



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102198864 B

(45) 授权公告日 2013. 12. 25

(21) 申请号 201010610851. X

CN 101244764 A, 2008. 08. 20,

(22) 申请日 2011. 02. 22

CN 1865084 A, 2006. 11. 22,

(73) 专利权人 和近建

审查员 祖洪飞

地址 102208 北京市昌平区回龙观镇龙兴园
东区北京人家 32 号楼 1 单元 D02 号

(72) 发明人 和近建

(74) 专利代理机构 北京中知法苑知识产权代理
事务所(普通合伙) 11226

代理人 常玉明 张兰海

(51) Int. Cl.

B64F 1/04 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101850847 A, 2010. 10. 06,

CN 101870363 A, 2010. 10. 27,

CN 1076660 A, 1993. 09. 29,

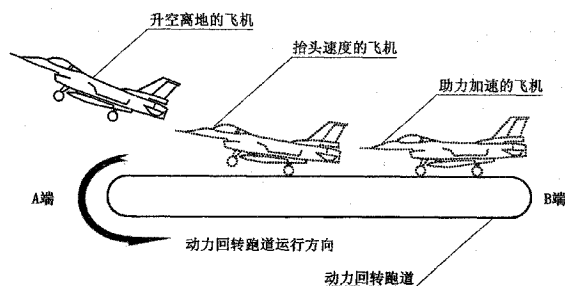
权利要求书1页 说明书29页 附图15页

(54) 发明名称

动力回转跑道

(57) 摘要

本发明为一种固定翼飞机起降模式的整体方案,基本内容包括硬件技术以及使用方法两个方面。本发明动力回转跑道,在循环封闭的刚性轨道桁架结构上,装设在传动机构的驱动下能够沿其轨道回转运行的活动承载跑道,其表面能够承受固定翼飞机起飞及降落的重量载荷。动力回转跑道表面任意点的线速度能够达到固定翼飞机的起飞速度。跑道的运行速度可以调制。跑道承载表面从B端向A端方向运行。作为起飞跑道,飞机从B端开始滑行,到达A端的过程中获足够的起飞助力,以达到起飞速度;作为着陆跑道,飞机在跑道A端降落时,跑道运行速度与其着陆速度同步,然后在实时控制下逐渐减速,始终保持与着陆飞机的惯性耗减速度同步,直到飞机停止。



1. 一种用于固定翼飞机起降的动力回转跑道,其特征是:在循环封闭的刚性轨道桁架结构上,装设在传动机构的驱动下能够沿其轨道回转运行的活动承载跑道,其表面能够承受固定翼飞机起飞及降落的重量载荷,动力回转跑道表面任意点的线速度能够达到固定翼飞机的起飞速度并且可以进行调制;

所述的循环闭环刚性轨道桁架结构,由断面特征为类工字型的金属轨道,与断面相同的半环形回转轨道互相衔接构成,闭环轨道桁架上表面的长度决定了跑道的可用滑行距离,条件是飞机自身的速度与从跑道获得的助力速度之和,在其到达跑道起飞端之前等于或大于飞机的起飞速度;宽度则根据需要起降飞机的最大滑行偏差允许量,增加或减少平行并列的单列闭环轨道组的数量进行调整;

由管形横梁组件与闭环轨道纵梁组件共同组成跑道结构支撑结构体系,基于闭环轨道布设的定子电枢线圈组,与装设于轨道之上的动子驱动链板共同构成大面积分散驱动点的直线电机驱动系统,同时构成跑道承载表面,以保证跑道结构足够的整体刚性要求;

动力回转跑道匹配引道实现起降作业,应用于陆基机场的动力回转跑道两端,各装设一段相应长度的引道,作为动力回转跑道与飞机周转场地之间的衔接过渡带;为航空母舰的动力回转跑道,仅在一端设置引道,同时兼任飞机起飞时的候飞启动位置,以及着陆减速后退出跑道的转泊平台;

引道与动力回转跑道衔接端口在结构造型上进行匹配,引道与动力回转跑道端口相对应的端面制作成与跑道端口回转外圆弧凸凹吻合的内圆弧,并使两者间的缝隙达到最小;动力回转跑道与引道装设缓冲系统,引道与跑道衔接端回转半径同轴心铰链式连接,以使引道与动力回转跑道的缓冲动作保持同步;

动力回转跑道为具有中心线定位功能的跑道,其结构特征是:跑道纵向平面中心线部分低、两肩部分高,略呈凹形;或动力回转跑道的活动基座底部由一系列液压缓冲组件支撑,这些组件同时又具有动力液压油缸的功能,当跑道监测系统发现飞机滑行偏离跑道中心并可能导致危险时,可启动一侧的液压油缸使跑道对应一侧的高度适当提升,通过外部干预使飞机回到跑道中心线。

动力回转跑道

所属技术领域：

[0001] 本发明为一种用于固定翼飞机、具有起飞助力与着陆减速功能的新型跑道设计原理，以及使用这种跑道的起降操作方法。本专利的实施应用，能够解决目前固定翼飞机起降作业与常规机场固定跑道之间长期存在的种种制约因素，增加飞机起降这一关键环节的安全性、经济性与舒适性，同时，还可以广泛应用于航空母舰、战勤移动机场等对固定翼飞机起降有着特殊要求的方向。

背景技术：

[0002] 自从固定翼飞机问世至今，航空技术一代一代不断更新，然而，作为固定翼飞机必须赖以起降的机场，从世界上第一架飞机诞生起一直应用至今的跑道，除了从开始的几百米延长到今天的几千米长度的变化外，至今没有发生革命性的变革。

[0003] 第二次世界大战前后，出于航空母舰技术发展的需要，对固定翼飞机的在舰起飞方法进行了一些探索，大抵为垂直起飞、弹射器起飞以及滑跳式甲板起飞三种。

[0004] 第一种：垂直起降，是对飞机自身进行的变革，与跑道技术的发展关系不大。

[0005] 第二种：弹射器技术源于 40 年代，目前其技术理念仍无基本更新。但其固有的先天缺陷已经人所共知：弹射器体大笨重，设计制造昂贵复杂，应用淡水消耗量大，使用限制多，维修要求高，冬季容易冻结，舰载机也必须大大地补强机体，从而减少了有效载荷。

[0006] 第三种：滑跳起飞无需特殊设备，对机体结构的补强要求低于使用弹射起飞的飞机，但要求飞机具有高推重比和短距起飞能力，飞机起飞不能满载，飞机需要打开加力才能起飞。总体而言，滑跳式甲板不过是将甲板跑道的前端向上翘起了 10 至 15 度，此外与陆航机场跑道无本质区别。况且这种跑道只能用来进行起飞作业，飞机降落还需要另外安排专用的着陆跑道来完成。

[0007] 值得一提的是，近年美国也在对老式蒸气弹射器进行更新换代设计，据传已经开始制造实用型的电磁弹射器。由于在基本概念上仍然未放弃“事先蓄能——瞬间释放”以驱动弹射牵引钩拖带飞机加速的传统思路，所以对飞机机身的补强改造、着陆时需要阻拦索制动等现状仍然没有可能改变。同时，由于电磁蓄能需要非常强大的预蓄能装置，这样的装置很可能重量、体积巨大，容易战损并且维修困难。

[0008] 以上三种仅为舰载机起飞方法，除垂直起飞方法可以用同样的方法降落外，其它两种着陆方法都采用甲板阻拦索制动，因而形成对驾驶员基本训练的困难课题：与常规飞机着陆动作相反，飞行员要在飞机着舰的同时，将油门开到最大，以免万一阻拦索制动失败，有机会重新拉起飞机。

[0009] 由于起飞与着陆采用了技术上毫不相关两套系统，因此起降系统无法合理配套，其起降所需的使用空间共用率极低，不仅布局设计空间受到局限、增加设备制造成本，还使起降操作与维护保养变得更加复杂。

[0010] 即使是如今广泛应用于世界各地的传统陆航机场，本身也存在许多众所周知、难以克服的缺陷。首先是随着航空器体积、重量越来越大，航速越来越高，机场跑道的长度也

变得越来越长。这不但需要占用更多的土地资源,从而使投资越来越高昂,同时也增加了例如恶劣气候等情况下场站管理的难度。面对战争等极端环境,巨大的陆航机场跑道没有可能隐身,更没有可能移动,也就是说陆航机场一旦建成,它的经纬度座标就是固定不变尽人皆知的公开信息了,除了被动防空保护,没有别的防卫手段。

[0011] 本发明针对以上所述目前陆航及海航机场的种种不足进行的整体性、革命性设计。实际应用后应该能够克服传统飞机起降方式的上述弱点,其本身即体现本专利技术之前所未有的优点。

发明内容:

[0012] 本发明为一种变革目前固定翼飞机传统起降模式的整体方案,因此,其基本内容不可避免地必须包括相关的硬件技术以及使用操作方法两个方面。因为使用方法是建立在全新的硬件设计之上,而硬件设计又是基于这种全新的操作使用方法的要求而设计产生的。

[0013] 一、新型的动力回转跑道:

[0014] A、基础内容——基本项:

[0015] 1、循环运行的动力回转起降跑道

[0016] (图1) 动力回转跑道是一种在循环封闭的刚性轨道桁架结构上,装设能够沿其轨道回转运行的活动承载跑道以供固定翼飞机进行起降作业的新型航空起降设备,其表面能够承受设计要求之内的固定翼飞机起飞及降落的重量载荷。该动力回转跑道在传动机构的驱动下,能够进行循环回转运动,同时,动力回转跑道表面任意点的线速度能够达到所设计使用的固定翼飞机起飞升离地面时所需要达的起飞速度要求。通常,飞机起飞速度大约为300Km/h。

[0017] 2、提供飞机起飞时助力加速与着陆时同步耗能减速

[0018] 动力回转跑道的运行速度可以调制。为以下表达方便,在此将跑道的候飞起跑端及着陆转泊端设为B端;起飞升空及备降着陆端设为A端,跑道承载表面从B端向A端方向运行。作为起飞跑道使用,使从B端开始滑行的飞机,到达跑道A端的过程中获足够的起飞助力,直到达到起飞速度升空离地(图1);作为着陆跑道使用,当飞机刚刚降落在跑道A端时,跑道提供给飞机的运行速度与其着陆速度同步,然后在实时控制下,跑道自身逐渐减速,始终保持与着陆飞机的惯性耗减速度同步,直到飞机停止(图2)。

[0019] 3、直线电机技术及其它动力来源

[0020] 动力回转跑道的动力来源以及驱动方式可以有多种选择,例如采用常规电机及驱动轮方式、阵列电机组机械牵引方式、直线电机(包括磁悬浮技术)等,需要实现特殊要求的条件下,不排除使用大功率内燃机直接驱动的可能。在以下的各章中,主要以直线电机驱动为例展开讨论,因为此项技术目前已经比较成熟,但除了在轨道运行的磁悬浮列车应用外,其它方向的应用研究还有很多空白有待开拓,本专利恰好能够为这一新兴技术扩大市场应用深度。同时,该技术应用于动力回转跑道,能够构成大面积分散驱动点的驱动布局,非常接近典型意义上的动力回转跑道的理想模式。

[0021] 4、足够强度的跑道结构

[0022] 动力回转跑道的结构强度,设计要求达到与其匹配的飞机起降需要的瞬间冲击强

度,并为有效分散冲击强度,设计相应的基础支撑结构。为此,本专利提供的由管形横梁组件与闭环轨道纵梁组件共同组成的跑道结构支撑结构体系(图11),以及应用于这一体系之上由驱动链板与从动链板浮动式连接组成的直线电机驱动系统,同时构成跑道承载表面,以保证跑道结构足够的整体刚性要求。

[0023] 5、匹配引道实现起降作业

[0024] 应用于陆基机场的动力回转跑道两端,可各设有一段相应长度的引道,作为动力回转跑道与飞机周转场地之间的衔接过渡带(图4)。由B端向A端起飞的飞机,启动前 停候在B端的引道上,并从这里开始启动并进入动力回转跑道。由A端向B端进行着陆作业的飞机,起落架首先降落在A端的引道上,通过滑行进入动力回转跑道开始与跑道同步减速,最后从B端的引道上退出跑道。这种设计可以适应陆基机场有时需要临时调换飞机使用跑道的起降方向。

[0025] 6、自动操控与手动操控

[0026] 动力回转跑道的运行操控,依靠电脑运行专用的程序软件完成。因此电脑管理将作为动力回转跑道以及整个机场指挥管理的主要组成部分。为此,需要匹配设置一系列速度传感器、重量传感器,对起飞或着陆飞机的实际状态进行动态监测。传感器随时采集信息并实时传回主控计算机,计算机发出指令调整跑道状态,以配合完成飞机的起降操作。但对于处在特殊状态或者设计为简易式的动力回转跑道,也允许采用在目视条件下,切换或采取完全或部分的人工操控。

[0027] B、扩展内容——备选项:

[0028] 1、动力回转跑道及引道可装设缓冲装置

[0029] 固定翼飞机进行起降作业时,起落架的缓冲与制动性能是其成功与否的重要环节。起落架的缓冲器要承载并吸收飞机起飞,尤其是着陆时的巨大载荷,在着陆的一刹那,飞机的惯性动能,加上着陆动作的往往有欠柔和,会给起落架带来极大的冲击。动力回转跑道主体结构可由一系列缓冲器支撑(图3)。动力回转跑道活动基座,以及承受降落的引道,作为一个整体坐落在装有液压缓冲系统的固定基座上,以吸收飞机起降时产生的冲击能量,能够最大限度地缓解飞机着陆时产生的动能冲击与震动,减轻飞机起落架缓冲器的冲击载荷、延长其使用寿命并提升飞机着陆的舒适性、安全性。

[0030] 在动力回转跑道支撑结构以及引道下装设缓冲器,可以有效抵消飞机着陆刹那与跑道表面的巨大冲击能量,同时减轻飞机自身缓冲器的负荷。装设缓冲装置的引道结构与动力回转跑道的活动基座的连接,依其回转半径成为同轴绞接的整体,即使是装设了缓冲器的引道与动力回转跑道的衔接,也须同轴绞接以保证飞机通过时的顺遂(图3)。如果是用于本单元第二小节所述的,由两条反向运行的动力回转跑道中间共同使用同一个引道的情况时,也可以考虑只在两条跑道的两端装设缓冲器,引道与两条动力回转跑道的连接端采用同轴绞接,以适配跑道缓冲时的位置变化,此时引道本身则可以不装设缓冲装置。

[0031] 2、提供助力+滑跳起飞

[0032] 利用液压装置可以使跑道一端甚至两端能够随机仰起或平复,实现航空母舰滑跳式起飞甲板的功能。这个角度可以选在10至15度以内,在技术上有特别要求的情况下,这个角度甚至可能更大。这样,如果飞机允许或者有必要进行大仰角升空操作,即可以采用预设的动力回转跑道助力+滑跳起飞的模式。事实上,对于在航空母舰等使用条件相对一致

的场合,可以直接将动力回转跑道制作成向着起飞端逐渐上仰的渐开线状,这样可以大幅简化结构,减轻重量并且降低制造和使用成本(图5)。不过,由于飞机无法在上仰的动力回转跑道A端进行着陆作业,为此,可以考虑采用选择以下两种解决方案:一是上面提到的利用液压装置使A端可以仰起与平复,采用平直设计的动力回转跑道,分别适应飞机的起飞和着陆的不同要求(图6)。另一种是制作两条动力回转跑道,一条A端仰起的专门用来起飞,另一条完全水平的专门用来着陆(图5)。如果这两条动力回转跑道是前后两段连贯配置的,实际应用时,各自向两端运转,两条动力回转跑道中间设置共用的引道。这样,起飞的飞机从中间的引道向起飞跑道的A端出发升空,着陆的飞机从着陆跑道的D端降落,然后进入中间的共用引道停泊(图5)。

[0033] 3、允许仅在一端设置引道

[0034] 为航空母舰等特殊应用设计的动力回转跑道,可以取消A端的引道,只保留B端的引道(图6)。仅用一条引道同时兼任飞机起飞时的候飞启动端,以及着陆减速后退出跑道的转泊平台。这时,飞机起飞时的模式与应用于陆基的动力回转跑道相同,飞机着陆时起落架可以直接在运行状态的动力回转跑道承载表面上接地降落,即时开始同步滑行减速,最后从引道转场退出。

[0035] 4、动力回转跑道提供中心线定位功能

[0036] 正常情况下,经过合格训练的飞行员,驾驶性能合格的飞机在正常的跑道上进行起降作业时,把握飞机不偏离跑道中心线是基本操作技能要求。但是飞机因滑行时跑偏而出险,也并非新闻。事实上,某些极端状态下的飞机跑道,例如应用于航空母舰、或者极地烈风、高原低压、山地狭谷、小型海岛等环境使用的跑道,有可能使飞机着陆滑行时的跑偏机率大大提高。目前已知的所有类型的飞机跑道,对这种情况的出现基本上都无能为力。动力回转跑道的结构特点能够提供由跑道本身对飞机滑行姿态主动纠偏的调整潜力,体现在基本结构上,首先,可以将跑道纵向平面设计成中心线部分低、两肩部分高,使之略呈凹形(图7),这样,使飞机轮胎在滑行时产生的向心力,自动保持其不偏离跑道中心线。即所谓自动中心定位。第二,可以使动力回转跑道的活动基座结构,其底部靠一系列液压缓冲组件支撑(图8),而这些组件同时又具有动力液压油缸的功能,当跑道监测系统发现飞机滑行偏离跑道中心并可能导致危险时,可启动一侧的液压油缸使跑道对应一侧的高度适当提升,通过外部干预使飞机回到跑道中心线(图18)。对于一些在滑行时缺少自动纠偏功能的简易型飞机,如无人驾驶飞机等来说,这也是动力回转跑道应用开发中的一个主动纠偏的弥补手段。

[0037] 5、特有的符号、灯光标志

[0038] 动力回转跑道与常规机场跑道的夜间导航灯光设置原则相同,但也可以在跑道表面下增设特殊跑道灯,跑道表面上涂覆符号标志,以指示飞行员直观观察跑道运行状态。

[0039] 6、增加损管设施

[0040] 动力回转跑道可预设消防等损管设施,可以利用其结构中的管状横梁的内部空间储存足够的灭火剂,两侧可预设一系列消防喷口,在飞机出现故障被迫强行着陆的情况下,能够迅速喷出灭火泡沫防止火灾。其下面还可以预留燃油泄漏回收装置,以增强消防效果。(图16)

[0041] 8、再度开发的空

[0042] 在本专利提供的动力回转跑道技术基础上进行再开发,将其标准化、模块化后,制造出可以移动并临时拼装的机动机场,能够装载在火车等大型陆地运输设备上,进行战略机动转移,或使用更加灵活机动的陆地运输工具进行隐蔽机动,并在短时间内组装使用。

[0043] 二、动力回转跑道机场的使用方法及飞机起降的操作要求:

[0044] A 起飞:

[0045] 1、固定翼式飞机使用动力回转跑道机场不需要进行任何对于机体硬件的改造或补强,总体而言,凡是原来能够使用常规机场跑道进行起降作业的飞机,都可以直接应用动力回转跑道。

[0046] 2、飞机在起飞前需要进行的传统起飞准备,包括与机场方面进行的联络等内容课目,与传统跑道相同。

[0047] 3、飞机准备起飞前,将自身位置调整到动力回转跑道 B 端的引道之上。飞机发动机的点火、预制动及油门控制与常规跑道机场的起飞操作相同。

[0048] 4、动力回转跑道开始运行,施画于跑道表面的动态符号标志给飞行员提供直观的跑道运行状态参照,同时,当动力回转跑道达到预定速度时,主管人员或控制计算机将向飞行员发出允许起飞的明确指令。

[0049] 5、飞机开大油门并解除制动开始滑行,并达到与该型飞机起飞性能以及其实时起飞重量等影响起飞的因素相匹配的状态,目的是当飞机从引道滑行至动力回转跑道时,由动力回转跑道提供给飞机的加速度保持在飞机以及乘员的承受范围之内。这些数据可以通过模拟计算以及试验飞行实测得到,然后写入机场主控计算机的动力回转跑道起飞程序中进行实施。

[0050] 6、飞机通过在引道上短距离滑跑进入动力回转跑道后,飞机发动机进行持续油门加速。动力回转跑道同时给予飞机外源的助力加速,这两个速度的和,在飞机滑行进至跑道 A 端时,应该达到以至超过飞机安全起飞的速度要求,使飞机正常离开跑道升空。

[0051] 7、飞机常规起降过程中,飞行员需要具备判断“决断速度”的能力,在起降过程中,瞬间判断决断速度以决定继续起飞还是取消起飞;是继续完成着陆还是复飞拉起。动力回转跑道的应用与使用弹射起飞的情况相似,来自飞机动力之外的加速助力,已经能够保证飞机达到抬头速度,飞行员不用担心飞机能否抬头升空。由于助力加速的过程非常短暂,因此起飞状态的飞行员事实上没有判断决断速度的时间。着陆状态时,飞行员仍需有决断速度的判断,但可用裕度将比常规跑道更大,操作技术更侧重于接地点位的精度方面。

[0052] 8、如果起飞的飞机允许或者有必要进行大仰角升空操作,此时可以采用预设的动力回转跑道助力+滑跳起飞的模式,飞机进入动力回转跑道至跑道中段左右时,动力回转跑道起飞端开始在计算机预设程序控制下,通过跑道承载机构下的举升油缸向上仰起,这一仰起动作以及角度与飞机实时的运动诸元相匹配,最终使飞机以一个渐开线的轨迹飞向空中。

[0053] 9、用于陆基机场的动力回转跑道,起飞 A 端前尽可能设置足够长的引道,即使动力回转跑道出现意外故障未达到规定的速度,致使飞机滑行至动力回转跑道 A 端后仍未达到足够安全起飞的速度,此时如果飞行员判断该飞机还在可以达到起飞作业的条件下,就可以超过动力回转跑道,进入连接于顶端的引道继续以常规机场跑道起飞的方式加速并完成起飞。

[0054] 10、如果飞机起飞需要利用逆风等气象条件,可以根据当时机场环境的实时风向信息,选择变换动力回转跑道的 A 或者 B 端作为起飞的起始端。

[0055] B、着陆:

[0056] 1、备降飞机与机场配备的自动着陆系统(ILS 仪表着陆系统或者更先进的 MLS 微波助降系统)的应用、着陆指挥程序等与常规机场相同。如果是对风向等客观条件要求较苛刻的飞机,机场可以允许其选择适宜的跑道进入方向。

[0057] 2、动力回转跑道的传感系统根据该备降飞机的预设性能及实时条件诸元,选择该机着陆使用程序的参数,并开始启动动力回转跑道,指引备降飞机进入跑道着陆路径。对于日常商业运营的常规客、货飞机,相关机型的常规参数可以预先载入中心计算机数据库,而实时参数可以通过常规商业信息交换渠道取得,也可以通过临场飞行员向机场报告的方式进行确认。

[0058] 3、当动力回转跑道的运行速度与备降飞机的着陆速度相匹配时,通过计算机以及指挥人员向飞行员发出着陆指令。此时飞行员已经能够通过动力回转跑道表面施画的符号标志,判断出跑道此时的基本运行状况,并在跑道端部的指定范围内接地着陆。装设了减震器的动力回转跑道在指定的着陆区域内,可以向飞机提供相应的着陆缓冲,以减轻飞机起落架缓冲器的载荷。

[0059] 4、动力回转跑道可以自动按照备降飞机接地时的速度及飞行员制动动作的效果进行自身的速度匹配并调整减速,控制速度的原理与同类可变速电机大致相同,由于永磁式直线电机属于外部速度控制类型,类如步进电机,提供给电枢的电流能够进行频率调整,同时也决定了运行速度的变化。动力回转跑道的运行速度需要有从零至全速的全范围调整能力。最后根据设定程序,将飞机按照事先设计好的着陆降速标准停止在跑道适当范围,最后通过引道转泊。

[0060] 5、在全自动控制的动力回转跑道着陆的飞机接地时可以按照常规机场跑道的着陆作业要求进行刹车制动,动力回转跑道提供的同步滑行减速进行自动匹配,可以使原本在常规机场跑道着陆时采用的刹车制动更加轻柔。但事实上,也许着陆的飞机放弃采用主动制动,完全靠动力回转跑道的同步能耗减速来完成全部滑行过程,似乎更加合理——这一点可能需要通过实践予以验证。因为从动力回转跑道的原理看,即使这架飞机上的刹车制动系统出了故障甚至完全失效,动力回转跑道也可以提供足够的无制动滑跑距离,利用惯性动能的自然耗减使飞机安全着陆。

[0061] 6、使用单引道配置的动力回转跑道时,飞机着陆时起落架可以直接在运行状态的动力回转跑道承载表面上接地降落,即时开始同步滑行减速,最后从引道转场退出。

[0062] 7、如果飞机着陆时出现极端的技术故障甚至当场解体,动力回转跑道也能根据情况,将主体部分稳固地停留在跑道的指定范围,也许完成这个操作时需要加上指挥人员的现场判断以及部分手动操作,但可以避免常规机场发生类似事件时经常出现的飞机滑出跑道甚至与它物相撞所造成的二次灾难。如果飞机起火,预设于动力回转跑道下部及两侧的消防喷嘴能够及时喷出灭火剂直至将整个飞机包裹起来进行空气隔离。

[0063] 8、安装于航空母舰上的动力回转跑道,则可以取消通常航空母舰着陆甲板跑道上的三至四道阻拦索,相对应的,是舰载飞机也不再需要安装用于钩挂阻拦索的挂钩,或者说,航空母舰使用动力回转跑道后,舰载飞机与跑道相关的专有概念基本上就可以取消了,

同时,着陆瞬间开大油门这一航空母舰海军飞行员特有的着陆操作模式也可以从此终结。

[0064] 9、对于陆航军用机场,应用动力回转跑道技术后,通常安装于高速歼击机尾部的阻尼伞也可以就此取消,以提高飞机载荷的利用效率。

[0065] 技术方案:

[0066] 一、基本原理:

[0067] 1、常规机场跑道固定不动的特点,决定了它需要占用极大的土地和空间资源。即使如此,面对人们不断开发出来的起飞重量更大、飞行速度更快的固定翼飞行器,对常规机场的百年不变式的跑道提出了越来越苛刻的要求。证明这一点最直接的证据,就是现代的机场建设,投资规模越来越大,管理越来越复杂,使用成本越来越高。即使如此,固定翼飞机在常规机场起降时发生的事故也时常见于报端,虽然大部分是由于飞机方面的自身原因所致,但机场方面无法在此情况下为临时发生故障的飞机迅速提供有效的救援损管手段,不能说不是一种固有的缺憾。

[0068] 本发明首先突破了起飞跑道固定不动的常规概念。动力回转跑道本身,可以看作是装设于承载结构之上能够循环往复运动的“传送带”。根据需要起降相应规格的飞机的起飞重量、速度以及动态冲击能量,设计制造它的各部分强度以及回转跑道运行速度。在动力机构的驱动下,这条“传送带”能够由一端向另一端不停加速、减速或定速循环运动,或者反相作同样的运动。飞机在动力回转跑道起飞时,从引道进入同方向运行的动力回转跑道,获得动力回转跑道的外加助力而提高速度,此时,飞机自身的速度与动力回转跑道的运转速度为差步运动状态,也就是说,飞机在动力回转跑道上实现的起飞速度,一方面大于飞机自身驱动力产生的速度,同时也大于动力回转跑道运行的实时速度。当飞机自身动力产生的速度与动力回转跑道外加助力得到的速度之和,达到飞机起飞速度时,飞机即可以从动力回转跑道的A端离地升空(图1)。

[0069] 2、飞机着陆时,选择与动力回转跑道运行的逆方向进入跑道,当飞机在跑道承载表面着陆后,飞机的运动惯性推动着飞机从A端向B端继续运动,这时,动力回转跑道的承载表面与飞机轮胎作着相对反向的循环运行,相当于无限延长了飞机的着陆跑道。飞机整体相对于动力回转跑道整体基本上同步保持在一个相对不变的位置,通过起落架轮胎与动力回转跑道承载表面的相互运动,使飞机不断消耗着陆时的惯性动能,直至减速停止。此过程中飞机本身的发动机不再给飞机提供驱动力,飞机与动力回转跑道为同步运动状态,能够不必采取刹车而自然消耗飞机惯性的动能能量(图2)。

[0070] 常规飞机着陆滑跑时的制动,依靠几组摩擦片要在尽可能短的距离内将飞机从200多公里的速度制动为0,由于巨大的惯性动能,制动摩擦片产生的高热常常产生火花喷射的恐怖景象。磨损是刹车的代价,这种航空专用的制动摩擦片成本昂贵,而且需要常常更换。动力回转跑道采用同步运行的方式接受着陆的飞机,飞机不必担心跑道长度问题,尽可以不用刹车制动,或采用比较柔和的制动方式,使飞机与动力回转跑道同步减速,直到完全停止。即使着陆飞机的制动系统损坏甚至完全失效,动力回转跑道也能够利用自身的同步减速方式,利用其惯性动能自然耗减,最后安全停止。

[0071] 这样,它就具备了足够广泛的应用范围以适应不同种类固定翼飞行器的起降要求,例如从能够起降目前世界上最重的飞机到高速军用飞机的通用型动力回转跑道,到专为起降滑翔机和无人驾驶飞机的轻型动力回转跑道,以至于用于航空母舰、用于车载式、组

合式等战勤机动机场的动力回转跑道。

[0072] 如果必须为日常使用平面动力跑道进行起降作业的飞机规定一个操作模式,甚至可以在操作手册中明确制订一个选项:飞机在动力回转跑道上进行着陆作业时,标准的作法是不需使用飞机自身的制动系统进行减速,而这一切都由动力回转跑道自身采用同步动能耗减的方法完成。

[0073] 动力回转跑道自身的制动,从使用原理看,动力回转跑道在正常运行状态并不依赖速度调整以外的制动手段。但由于单纯的电机变速调制,可能使动力回转跑道控制速度的反应时间不能与飞机在跑道上滑行时的速度变化相匹配,例如飞行员如果采取了主动制动使飞机的滑行速度骤然下降,而动力回转跑道的速度下降反应无法同步匹配,将导致飞机出现向后滑退。为此,鉴于直线电机自身的特点,可以采用能耗制动的原理,实时关闭部分驱动跑道的直线电机,使其转为能耗制动。如果有必要,甚至可以使一部分直线电机作反向运行实现对冲制动,甚至开倒车反向运行(任何电机即时的倒车反向运行都可能对自身带来不良后果,这里所说的只是一种理论上的可能,无法确定现实中这样作的必要性有多大,效果会如何。)

[0074] 动力回转跑道实现可靠的运行速度动态控制,能够让飞行员无论是自主使用刹车制动,还是根本不使用刹车制动,都能使飞机安全平稳着陆。为了防止出现由于飞行员的人为原因出现的来自着陆飞机的人为制动动作所造成的跑道同步减速失差,还需要有一个成熟而实用的差动速度实时监测与动态补偿的技术方案。这就需要为动力回转跑道设置一套可靠的速度监测传感器系统,对运动中飞机的速度数据进行实时测定采集,以及根据这一系统测定采集的飞机实际速度的变化,对动力回转跑道自身运行速度进行实时调整的速度伺服补偿机构。对这一系统而言,当然是要求测量数据的精确性与伺服补偿机构的反应速度和准确度都能达到实用的水平。在目前的技术条件下,不乏可以移植使用的类似技术应用,而且通过计算机与专门设计的管理软件集中管理,达到上述的使用要求并不是一个特别困难的事情。

[0075] 3、引道匹配:应用于陆基机场的典型动力回转跑道从横向中间线起,A端与B端为完全镜像,结构相同,并且跑道表面可以双向运行,以匹配飞机起降时利用风向的要求(图4)。动力回转跑道两端各与一定长度的引道相衔接,起飞时飞机从引道上启动并进入动力回转跑道加速。着陆时飞机停稳后,离开跑道进入引道停泊。

[0076] 通常民用航空运营对飞行员着陆标准的裕度较大,经常出现飞机超越跑道入口300M至600M,甚至拉飘到1000M接地的现象。动力回转跑道的引道技术应用于陆地机场,在环境条件允许的情况下,应尽量为引道前后两端留出足够的空间,以扩充飞机超越跑道入口的许用误差,提高着陆的安全系数。同时,即使当动力回转跑道机构出现临场故障,恰在此时需要使用跑道的飞机尽管可以将其视为一个常规机场跑道来进行起降作业。

[0077] 在正常条件下使用动力回转跑道进行飞机起飞作业,飞机应当在B端引道上进行起飞准备并开始启动滑行,在进入动力回转跑道后获得跑道助力加速,然后从动力回转跑道的A端升空。进行着陆作业时,飞机起落架应当首先在A端引道上接地,然后滑行至动力回转跑道内开始同步减速,直至达到预定速度并进入B端引道,按照停泊要求转移至地面机场的指定位置。

[0078] 在有特殊使用要求的情况下,动力回转跑道可以取消A端的引道设置,使飞机的

着陆作业可以直接在动力回转跑道的 A 端实施,即飞机直接从空中降落到动力回转跑道运行中的承载表面上,即时开始同步减速滑行,然后进入动力回转跑道 B 端的引道上完成着陆作业。但飞机的起飞作业仍需要从 B 端引道开始启动,也就是说,无论如何也需要至少保留一端的引道。同时,为直接着陆要求设计制造的动力回转跑道,由于其表面需要直接承载飞机着陆时的冲击负荷,其整体结构及跑道表面应该具有足够的强度。

[0079] 4、起飞时飞机在进入动力回转跑道瞬间将出现三个阶段的加速状态:如果飞机动力产生的速度为 N ,动力回转跑道的运行速度为 M ,第一阶段:刚一进入动力回转跑道时的飞机自身产生的速度与动力回转跑道的运行速度出现一个 $M > N$ 的速度差,这个速度差会使进入动力回转跑道的飞机轮胎与动力回转跑道之间产生瞬间的滞后效应,由于此时飞机轮胎处于无制动状态,此时轮胎外圆周的运行方向会出现与飞机前进方向相反转动的现象。此时飞机本身的运行速度却并不能立刻与动力回转跑道运行的线速度匹配而出现滞后,看上去如同轮胎在“打滑”。

[0080] 第二阶段: $M > N$ 的状态在很短时间内就会被改变,飞机的状态从最初的滞后,达到 $M = N$ 与动力回转跑道同步,这个过渡阶段将会非常短暂,但只要进入这个阶段,已经意味着飞机能够成功起飞了。第三阶段:飞机自身的速度得到动力回转跑道的助力加速,进而超越动力回转跑道的运行速度达到 $M < N$,已经具备离场升空的起飞速度。出现这三种过渡阶段的理由如下:动力回转跑道对于飞机的加速作用,相当于大幅削减了飞机的起飞重量,此时飞机自身的动力对于飞机的加速效果将大大提高,使其能够迅速提速、同步并超越动力回转跑道的运行速度(图 9)。

[0081] 这一现象本身其实也正是动力回转跑道起飞助力模式的有益因素之一:与弹射式起飞助力能量瞬间加载的粗野模式相比,飞机进入动力回转跑道并获得助力能量时,正由于这种短崭的“打滑”现象,使得助力能量的加载有了一个缓冲过渡状态,从而得到了柔化,也因此降低了对飞机结构强度的外力能量冲击。

[0082] 设问:如果飞机进入动力回转跑道时出现的瞬间“打滑”现象没有在后来的加速过程中消失并逆转,这种现象一直维持至飞机运行到动力回转跑道的终端,将会出现什么后果?

[0083] 事实上,这也正是涉及到动力回转跑道有效长度设计时需要考虑的主要因素。由于缺少足够的模拟计算条件以及可借鉴的相关设计参数,在这里暂时无法提供可靠的计算公式。能够确信的,只是动力回转跑道的长度,应该确保即使出现上述“打滑”现象,也还能够使在其上起飞的飞机到达跑道起飞端时,达到足够的起飞速度。况且即使如此,动力回转跑道所需的滑跑长度,仍然会比传统陆基跑道短得多。因此,据此并不能得出本专利技术无法实施的结论。相信在本专利付诸实施的过程中,这个涉及基本计算的问题能够得到解决。如果一架飞机在常规跑道上都能够正常起飞,那末,只要动力回转跑道的长度足够,显然这个问题就不会发生。

[0084] 二、基本结构:

[0085] 首先需要说明,动力回转跑道的驱动模式可能出现多种可行的应用设计方案,因此,它的机架总体结构也应该根据不同动力的特点进行匹配设计,以最终实现动力回转跑道的实用功能。本专利不可能穷尽一切可能的结构设计方案。

[0086] 在本专利说明书中,作为示例来进行重点讨论的动力回转跑道方案,只是将来可

能出现的各种应用方案中的一种典型方案,而且可能是最具现实可行性、技术比较超前的一种概念设计方案。但这并不是说,在实际应用中,没有可能根据现实条件和使用要求,对整体设计进行改动、增添或删减,以达到所需要的使用要求。

[0087] 1、动力回转跑道桁架结构总成。

[0088] 动力回转跑道的基架结构闭环轨道纵梁,主体由一条闭环状的、断面特征为类工字型的金属轨道构成(图10)。侧视这一金属桁架,与两端的半环形回转轨道互相衔接的直轨部分,如示例所用的结构桁架采用了平直状设计(图11)。如果确有必要,允许根据各自不同的设计需要,设计成其它形状,如圆弧,内圆弧等等。

[0089] 在类工字型的闭环轨道的上端(或其它适宜方向),预留安装直线电机电枢线圈组的位置。这一位置的确定,是由应用于此的直线电机设计所要求预留的(图13)。

[0090] 这一基本机架结构,其上表面的长度决定了跑道的可用长度,宽度则根据需要起降的飞机的最大滑行偏差允许量进行考定。

[0091] 将相同的若干列闭环轨道纵梁相互平行地联成一组,设计中每组的磁靴驱动链板宽度与相邻从动链板的宽度相加决定着每个闭环轨道纵梁单一轨道之间的尺寸D。这样一系列相加,直至满足动力回转跑道总体宽度H的要求的列数L,即 $H = DL$ (图15)。

[0092] 根据所设计的使用要求,即最大允许起降的飞机总质量,最大冲击值、材料疲劳极限等,以及所使用的金属材料、加工工艺等条件,核算设计该桁架的上表面以及整体的强度。这些内容基本属于机械工程设计的常用规范,不在本专利重点讨论范围之内。

[0093] 并列的闭环轨道纵梁的闭环以内,由金属加强结构加强垂直支撑;所有平行组合的闭环轨道纵梁,通过横向穿过的管形金属横梁连贯成一个整体,称为闭环轨道桁架。采用焊接、紧固件连接均可(图16)。

[0094] 2、活动基座与固定基座:

[0095] 组合排列成一个整体后的闭环轨道桁架最后需要安装在一个能够支持它的基础结构之上,通常,这类基础结构都呈现某种基座的形式,该基础结构称为固定基座。由于用途、材料等区别,固定基座的形态可以有极大不同,共同之处仅在于其承载全部活动基座以及相应的引道系统。活动基座相对于固定基座而言,由于闭环轨道桁架的总体形态相对接近,而用于不同场所的与基础的连接、装固件却各不相同,而且活动基座对基础而言所有出现的动作变化,都是通过不同类型的连接、装固件实现的。所以,闭环轨道桁架与基础之间的连接、装固件组合后的总成也可称为活动基座。活动基座与固定基座在进行应力时效处理后进行安装连接(图17)。活动基座与固定基座两者之间可以由缓冲减震系统相连接(图3)。在需要使用液压动力对动力回转跑道的运行姿态进行动态调整(例如起飞端上仰)的设计中,这些专用的缓冲减震器,还可以设计成同时兼有动力液压油缸的功能(图18)。

[0096] 固定基座与机场场地的地面基础进行装固,由于固定基座在设计时就安排了与不同使用场所相匹配的装配方式以及装配节点,而且这些安装条件及技术要求,都有现行各类施工工程规范提供技术支持,在本专利中不展开讨论。

[0097] 3、动力传动系统兼为跑道承载表面

[0098] 本专利说明书用以展开讨论的概念方案中,为了简化所表述的技术内容,动力回转跑道的动力及传动系统采用直线电机技术作为应用示例。

[0099] 至于将来可能投入的实际应用设计方案,本人推荐优先选择磁悬浮技术的应用。

直线电机与磁悬浮这两种技术本质上相同,后者可以看作是前者的功能升级版,同时又都是其专业领域的具有前瞻性的、比较成熟的电磁拖动技术。

[0100] 闭环轨纵梁外平面,沿其中线制作出预留空间,用以放置直线电机拖动的电枢线圈,这样,就使闭环轨道本身构成了一个巨大的直线电机的闭环定子线圈组(图19)。

[0101] 单一的驱动链板为一个四轮小车结构,两侧各有二个承重轮(如有必要,也可以增加侧向导向轮设计)。驱动链板面向轨道的一侧,预留有安装位置,以安装事先定造的例如钕铁硼类的强磁铁作为磁靴(图12)。组合装配时,驱动链板面上的磁靴与轨道中列装的电枢绕组相对应,其极性以S-N-S-N……的顺序间隔排列(图19)。

[0102] 驱动链板安装在闭环轨道上,使其磁靴表面与轨道上安装的电枢线圈保持合理的磁间隙,在驱动链板处于静止状态时,由承重轮承载驱动链板及外加载荷的重量。

[0103] 闭环轨道上安装的每个相邻的电枢线圈的绕组方向按一反一正顺序排列,当向轨道上安装的电枢线圈加载电流时,相邻电枢产生N-S-N-S……的顺序磁场,以可以控制的频率不断变换电流方向,与上面的永磁电靴磁场产生电磁拖动效应,带动驱动链板在闭环轨道上运行。

[0104] 一条闭环轨道上的驱动链板在一块接一块连接安装后,就形成了动力回转跑道的一个单列定子链。加电后,这一列定子链即可在闭环轨道上循环运行。

[0105] 请注意,以上表述的仅是一个典型的直线电机电力拖动原理的简单模型,目的在于说明这一原理应用于动力平面跑道的技术可行性,以及结构设计的合理性。事实上,已经成功应用并经过运行实践考验的磁悬浮一直线电机拖动技术,其应用设计各有千秋,而本说明书并不旨在对这一技术自身进行评价或展开讨论。本说明书中只需提供这一直线电机的简单模型,用以说明该项技术能够移植应用于动力平面跑道即已足够。

[0106] 事实上,现有的直线电机技术,包括其派生出来的磁悬浮技术,对于磁铁—电枢的设置有许多种方法,本专利所提供的结构模式仅是最直观的一种,并不排除根据实际需要调整闭环轨道断面形状及作为动子的驱动链板小车的其它应用设计,以满足各种不同的磁铁—电枢安装方案的实际应用(图14)。

[0107] 4、动力回转跑道使用的从动链板组件。

[0108] 如果需要大幅降低制造成本,可以扩展构成直线电机动子的两列驱动链板小车之间的距离,并在期间加入浮动连接的从动链板。从动链板的作用,是将安装于闭环轨道上所有作为动子的驱动链板全部连接成为一个整体跑道承载表面,并且可以灵活地随同驱动链板围绕闭环轨道平滑运转(图20)。这种连接方式称为浮动式连接。考虑整体装配与将来维修的需要,从动链板可以预留工艺孔。

[0109] 一个完整的动力回转跑道闭环轨道纵梁桁架由若干相同的闭环轨道单列平行组合,成为一个整体的闭环轨道组。两个相邻闭环轨道纵梁单列的驱动链板,由同样数量的从动链板以浮动式连接衔接在一起,环绕被覆整个闭环轨道组列外表面,构成整体的类似表链结构的跑道承载表面(图21)。

[0110] 位于动力回转跑道纵向两侧边缘的从动链板,因其向外一侧没有驱动链板的支撑,因此,用于闭环轨道组两个外侧边缘的闭环纵梁轨道称为边轨,需要备留支撑驱动链板导向轮的轨道槽。与此配合,处于最外侧的从动链板,其外侧的销轴上加装一组承重轮,边轨一侧纵向相邻的两块从动链板之间装设轴距定位板,以传导跑道平面的压力并使自己本

身能够平稳运行（图 22）。

[0111] 跑道两侧边缘的闭环轨道纵梁也许可采用安装驱动链板的设计。一般说来，作这样的设计安排设计，可能从整体上看不太合算，因为驱动链板的单位造价要远高于从动链板，而将其安排在跑道的最外缘，从增加跑道有效表面积的角度来看，显然不如在最外缘安排从动链板合理有效。

[0112] 在这里，有必要着重指出的是，闭环轨道纵梁与驱动 - 从动链板组作为动力回转跑道整体结构中最重要的一环，在实际的应用设计中，可能并且应该与本说明书中提供的典型设计非常不同，理由不言而喻：几何空间结构的优化、工艺及材料的选择、重量及强度的限制、安装及维修的要求、成本及寿命的考虑、电力拖动技术的配合等等。无论最后实践证明并事实上采用的设计如何变化万千，其结构的主要功能与本说明书中讨论的功能特征仍将保持一致。这也正是有必要在本说明书中提供一种并非完善却足够示意表达其功能特征的闭环轨道及驱动 - 从动链板组的实际意义所在。

[0113] 事实上，仅作为闭环轨道系统与驱动 - 从动链板组自身的设计，在本说明书指出的功能要求范围内，就可以开发出多种独立的相关技术专利。本说明书即使有能力为此作出更多的设计方案，也不可能穷尽未来可能出现的经过实践筛选的最佳应用设计方案，反而为本说明书增加了许多赘笔，显然不如将来作为单独的专利项目另行申报。为了使这份已经十分庞杂的说明书尽可能简明扼要，所以在此不对工艺及材料的选择、重量及强度的限制、安装及维修的要求、成本及寿命的考虑、电力拖动技术的配合等等涉及实际应用设计的内容进行扩展讨论。

[0114] 5、动力回转跑道的重力分配及动力平衡方式：

[0115] 由于现代飞机制造趋向越来越大、越来越重的方向，起飞重量超过 200 吨已是平常，动力回转跑道用于起飞助力的动力能量的施加以及为其提供的驱动方式，是其能否有效应用的关键因素。另外，当飞机着陆时，将对跑道表面产生巨大的动能冲击，要求动力回转跑道具有足够的结构强度。因此，动力回转跑道在设计制造时，首先需要考虑重力分配及动力平衡方式的合理性。

[0116] 首先，在整体结构设计时，尤其是闭环轨道纵梁桁架结构的强度必须有足够的安全系数保证，这一点也是机械结构设计的基本要求，毋庸赘言。动力回转跑道的承载表面采用浮动式连接的链板结构，将整个承载表面连接为一个受力体，其中任何一块链板上的重力冲击受力，都会经过相邻的链板组进行传导分散，从而减轻结构局部的受力强度。

[0117] 其次，动力回转跑道采用多点散布驱动模式以取得更好的动力平衡，直线电机的拖动力作用点均匀分布在一个广大的闭环轨道桁架表面，通过从动链板衔接，比较容易克服飞机起降时产生的巨大重力冲击，不致造成瞬间需要巨大能量峰值的工况。

[0118] 动力回转跑道采用的驱动链板与从动链板浮动式组合，构成跑道承载平面的设计，能够使跑道承载平面经受的飞机起降重量有效传导分散，从而降低单位面积上的绝对压强。而动态的跑道结构，重力作用总是不断从一块链板迅速转移到另一块链板，使作用在每一块链板上的压力基本都处于瞬间受力状态，从而减轻链板材料疲劳老化的速度。

[0119] 动力回转跑道驱动是由数量极多的兼为电机动子的驱动链板共同完成。每块驱动链板的作用相当于直线电机上一个动子的工作磁极。这种驱动动力分散配置的方式，使得动力回转跑道具有较强的抗损能力，即使有一部分驱动链板因某种原因意外损坏，在暂不

修复或者只进行简单修补甚至临时处置的情况下,仍然能够支持应急使用,这样,大大提高了跑道在特殊使用条件下的生存能力。

[0120] 动力广泛分散配置的方式,体现在闭环轨道上工作的电枢线圈以及相对的永磁驱动链板小车,单独而言都属于中小功率电力拖动器件,因而降低了零部件的工艺制作要求,以降低工艺加工成本以及日常运行中的零配件维护成本。同时,这种犹如驱赶一大群马共同拉动一辆大车的方式,能够有效降低动力回转跑道启动时的电力峰值。由大量驱动链板的动力共同构成的整体回转驱动,也能使跑道整体结构中不出现明显的应力集中点位,达到更加合理的动力平衡。

[0121] 如果与弹射式起飞助力方式相比较,动力回转跑道的动力平衡方式则更见优势。由于弹射式助力都需要事先进行能量聚集,于是其动力输出线性出现巨大的峰值和较长的储能时滞。在实施起飞助力时,巨大能量集中于飞机的某一点(通常是经过加强改造的起落架),这种能量分配方式大大提高了对飞机机体结构的强度要求。而且这种巨大能量瞬间释放的方式,对弹射器汽缸、密封元件等关键器件的机械制造工艺要求极高,由于受力点过于集中,将严重影响使用寿命。

[0122] 6、引道匹配:

[0123] 如果是应用于陆基固定机场使用的动力回转跑道,可考虑为其两端均匹配适宜长度的引道。引道的长度,依在建位置可能提供的地面条件酌情设计。虽然在条件允许的情况下,尽可能长的引道能够为机场提供更大的安全系数,但理论上仅就动力回转跑道的基本功能来说,起码提供达到一个机身长的引道应该即可实现使用要求。

[0124] 如果是应用于航空母舰等特殊场合,动力回转跑道起飞、着陆的A端可以免去引道设置,而只在其B端设置引道,以图较大地减轻重量,简化结构。飞机起飞时,从B端的引道出发,然后加速至动力回转跑道A端时升空;飞机着陆时,直接降落在运行中的动力回转跑道的A端链板承载表面上,然后与动力回转跑道进行同步耗能减速,直至速度降至能够进入后端的引道以便转移位置。

[0125] 引道与动力回转跑道的结合处,保持尽可能小的连接缝隙。如果动力回转跑道本身设计具有缓冲功能,则与之匹配连接的引道也需要具有能够与动力回转跑道的缓冲动作同步的功能(图3)。

[0126] 引道与动力回转跑道衔接端口首先需要在结构造型上进行匹配,方法是将其与动力回转跑道端口相对应的端面制作成与跑道端口回转外圆弧凸凹吻合的内圆弧。并且使两者间的缝隙达到最小的状态(图3)。

[0127] 为了使引道与动力回转跑道的缓冲动作保持同步,可以在引道与固定基座的连接端采用浮动连接方式。引道与动力回转跑道衔接的一端两侧各伸出一支连接摇臂,与跑道回转半径同轴心铰链式连接。当动力回转跑道与引道同步进行缓冲起伏动作时,远端与固定基座的浮动连接可使引道相应地出现纵向伸展浮动,与跑道回转半径同轴心铰链式连接则可以保持两者之间的间隙不会发生变化。同时,引道自身的结构中,也应包括与动力回转跑道系统匹配的缓冲系统。(图3)。

[0128] 7、电力拖动技术及不同动力源的应用选择:

[0129] 本说明书对此项技术的示例,侧重于使用直线电机这类比较成熟,同时又适于本专利实施应用的既有技术。在本专利所讨论的方案中,目的仅在表现这些技术在本专利方

案中应用的技术可行性,以及与结构相关的内容。

[0130] 所谓直线电机技术,理论上是将传统旋转运动电机的转子、定子的相互作用面,沿旋转圆周方向展开,成为直线姿态,加电运行时,“转子”与“定子”之间的相互运动就从圆周运动变为直线运动。所谓磁悬浮,原理上更接近步进电机的圆周方向展开的直线电机,其电枢与磁靴之间的相对运动,通过提升电压,控制电流密度等技术手段,使电枢与磁靴间呈现悬浮状态。可以方便地调节速度及载荷的变化,显然,这些特性非常适用于本专利需要寻求的电力拖动技术。或者说,本专利为这类技术提供了一个新的应用空间。

[0131] 由于这些技术并非本专利所拥有,因此本专利不对这些技术自身进行展开讨论。

[0132] 事实上,对于某些起降条件要求并不太高的飞行器来说,使用本专利技术时采用其它更加简单、便宜的驱动方式,也并无不可。例如,对于一些中、小型有人驾驶或者无人驾驶飞机而言,动力回转跑道未尝不可以考虑采用驱动滚筒拖动,跑道表面的材料既可以采用链板浮动式连接方式,也可以考虑高强度橡胶、塑料等合成材料制造,至于动力源,相应功率的热机也可在选项之内。

[0133] 对于一些极端特别的起降条件要求,本专利也有一定可为之处。例如需要制造一个陆基的,可以随时移动,同时又能在移动过程中进行飞机起降作业的特殊机场时,本专利提供了一个技术上的可能。此专用动力回转跑道的设计将可能包括一系列改装过的,在常规铁路线上高速运行的动力车组,动力回转跑道即安装在这个车组上。假定这个飞机机动起降车组沿着一条足够长度的直线铁轨上(在中国这样辽阔的大陆上不是难事),以 200Km/h 的速度运行(目前已经正式运行的动车组大部分都能超过这个时速),则动力回转跑道自身的线速度,只需达到 100Km/h 就够了。当然,如果考虑到该机动起降车组需要实现在静止时也能完成起降任务,则动力回转跑道的线速度还是以能够达到 300Km/h 左右为宜。

[0134] 一般而言,一列动力车组的功率,如果能达到实现满载后 300Km/h 的能力,则其提供的动力基本上应该可以满足所载的动力回转跑道的运行要求。况且,动力回转跑道启动对峰值能量需求不大,列车可以逐渐加速。同时其惯性能量将得到有效利用。

[0135] 8、动力回转跑道表面张力的调整技术方案:

[0136] 从结构原理角度看,由于分布在闭环轨道上的链板,无论是驱动链板还是从动链板,它们之间的距离是由安装在闭环轨道上的电枢磁靴位置先天固定的,每块链板之间的距离并不受连接这些链板的轴或孔的径向尺寸的磨损变化而改变。这一结构特点,与坦克履带连接的销轴方法看上去相似,但坦克履带是由驱动轮单点驱动,而动力回转跑道则是由分布在整个闭环轨道组上的众多电枢磁靴多点驱动,这是两者驱动结构的根本区别。也就是说,坦克履带因履带销轴磨损而产生的连接间隙扩大,使每组销轴的间隙扩大累积为整条履带的长度增加,从而使表面张力发生变化以致影响工作状态;动力回转跑道的驱动方式,是由大量均匀分布于闭环轨道组上的电力拖动单元共同完成,动力回转跑道上的驱动链板由于与闭环轨道上的磁靴位置相互对应,在运动状态下,保证了链板之间相互距离稳定不变,这一基本原理使所有链接点的销轴磨损带来的累积误差自动进行了均匀分布并相互抵消。即使不另外施加对整个链板组的张力调整,也不会出现传统单点驱动的履带系统,例如坦克那样因间隙累积误差造成的履带在运行时出现松悬甚至失轨的现象。因此从理论上说,动力回转跑道结构并不需要进行表面张力的调整。

[0137] 另外,对用于飞机起降用途的动力回转跑道来说,承载飞机的起降的功能要求,不

能像一张弹性十足的网式弹簧蹦床,因此跑道表面必须具有足够刚性。动力回转跑道的承载表面,完全坐落在非弹性结构的闭环轨道组成的刚性活动基座之上,各链板之间也不存在弹性结构,再加上可以在活动基座与固定基座之间加设缓冲设施,因此,应该可以满足飞机起降对于跑道表面重力冲击的要求。也就是说,动力回转跑道除了设计时应该对其基础结构的总体强度有所考虑外,并不需要另外考虑链板组张紧度的调整。

[0138] 然而需要指出,动力回转跑道链板组张紧度的调整,并不等于设计中完全可以排除,应用中不予考虑的问题。在某些场合,例如在进行安装、检修以及更换配件的时候,如果不具备这种调整能力,这些工作可能难以完成。因此,在进行整体应用设计的时候,如果没有可靠的解决上述问题的技术方案,那末,考虑选择具有可以调整张紧度的设计方案,可能也是一个不能回避的问题。

[0139] 由于本专利中用以示例的动力回转跑道应用了直线电机技术,在该技术现有的应用个案中,不容易找到比较现成的能够借鉴移植的张力调整技术方案。然而,该技术方案阙如,将导致对本专利技术总体上的可行性存疑,因此必须进行讨论求证。不过,这里讨论的重点不是有没有必要性,而是有没有可能性。

[0140] 解决这个问题,可以预见的途径有三个。首先,是优化结构、组合方式等相关设计,从中找到不需另外增设张力调整技术即可实现安装、检修以及更换配件的技术方案。事实上,这可能是令人打消张力调整这一顾虑的最佳途径。

[0141] 其次,应用轴销结构间隙自动补偿技术。这个课题已经在车辆工程等专业领域内有过大量的实践及研究,本专利不进行更多探讨

[0142] 第三,移植借鉴类似设备中,例如履带式运输底盘、材料输送带等,有可能适应动力回转跑道技术特征的张力调整技术方案,不管这些技术方案是已经公开的公知技术,还是尚有专利保护和专有技术,如有借鉴价值都可移植应用于动力回转跑道。

[0143] 9、与飞机起降相关的灯光及符号标志。

[0144] 使用动力回转跑道进行起飞、着陆作业的固定翼飞机,其操作方法与使用传统陆基地面机场没有本质区别,也就是说,与飞机起降相关的机场灯光及符号标志系统,基本上采用与传统陆基地面机场相同的配置方案。凡是取得常规固定翼飞机驾驶执照的飞行人员,都可以直接使用动力回转跑道,而不用进行多余的再培训课目。

[0145] 与传统陆基地面机场区别最大之处,在于动力回转跑道在飞机备降时,跑道表面是与其着陆方向相对运动的。动力回转跑道能够实现完全主动的伺服控制,就是整个着陆过程中备降飞机完全像在传统陆基地面机场着陆一样,不需进行任何额外的配合协作。但是,即使如此,备降飞机的驾驶员似乎也应该事先就清楚,自己正准备在一条动力回转跑道上着陆,至少,着陆方向如果搞错了将会出现悲剧。由于动力回转跑道正常运行时呈现在飞行员眼前的只是一个平整的平面,看上去也许与常规陆地跑道区别不大,这也许会使驾驶员忽略二者的区别而导致心理准备不足。为此,装备动力回转跑道的机场除了采用与传统陆基地面机场相同的灯光信号设施外,还应该安装属于动力回转跑道的专有视觉识别信号标志以及灯光信号标志。

[0146] 可以在动力回转跑道的着陆表面,使用颜色对比明显的信号色涂装连续的<<<<型符号,当动力回转跑道运行时,这组符号可以形成连续的动态图形,直观显示动力回转跑道的运行方向以及速度,供飞行员目视参照(图23)。在动力回转跑道链板层下的轨道结构

上,可以连续并规律安装一系统高亮度 LED 发光管,在夜间飞机着陆时,光线可以通过跑道链板的缝隙或工艺孔透出,并被不断切割成为动态的光幕,使飞行员可以一目了然。

[0147] 10、计算机控制系统及伺服系统、监控起降状态信息的传感器装置及控制模式。

[0148] 除非一开始就打算按一个简易机场设计,将动力回转跑道起降模式完全做成人工操作的系统,飞机的起降作业基本上靠机场指挥人员以手工操作完成(如果有必要,这也并不是一无可取的选择),否则,依靠计算机以及专门开发的管理软件对动力回转跑道进行操作管理,显然是不可避免的选择。就目前已经成熟的计算机应用技术而言,硬件方面并不存在困难,关键在于需要为此开发出一套管理操作系统。这套系统应该能够满足对于在动力回转跑道上起飞、着陆作业的全部要求,包括对动力回转跑道机构运行的状态进行实测监控,对动力回转跑道上正在起飞、着陆的飞机的状态进行实测监控,并对动力回转跑道的运行进行必要的实时调整,以及意外事件出现时的临时应对方案。这套管理软件应该设计成一种符合业内规范的标准软件系统,并且具有一定的扩展开发能力,允许不同的用户将自己所用的动力回转跑道机场使用的特殊条件、使用要求以及对象数据进行定制、修改,以满足不同的使用者。

[0149] 计算机靠程序指令对动力回转跑道进行管理,最终都要转化为一个一个的具体机械动作,因此需要配套的伺服响应系统。例如动力回转跑道运行速度的设定及变化调整、针对不同载重量的飞机对动力回转跑道缓冲系统的调整、应急手段的启动应用等等。虽然动力回转跑道对随机动态调整的要求并不算复杂,但涉及大功率电力控制技术。在设计时必须考虑动力回转跑道系统的结构特点,起降变速匹配的响应速度,以及大功率电力控制的技术实现能力。

[0150] 动力回转跑道的应用如果必须达到全主动伺服的智能化水平,就需要配置一系列传感系统,动态跟踪监测起降飞机,采集这些飞机的临空、临界速度、起飞及着陆重量、起降角度、着陆时的制动减速状态或起飞时的加速升力状态等数据,经过计算机系统处理,对动力回转跑道作出实时的伺服指令(图 24)。对于传统陆基机场而言,可能并不一定需要处理如此详尽的飞机状态信息。但对于动力回转跑道技术的应用,这种起降状态数据的捕捉处理至关重要,因此有必要在此指出并强调其重要性。

[0151] 现有比较成熟的重力传感器、速度传感器等应用技术中,有许多都能够直接应用于动力回转跑道,需要做的只是根据动力回转跑道技术的需要对其进行系统集成。这些监控起降状态信息的传感器装置的硬件本身,大部分属于公知技术或者另有专利发明者,因此,本专利中只作功能方框图示意,以表达其在动力回转跑道整体系统中的重要作用,而不对硬件细节展开讨论。

[0152] 使用动力回转跑道的底线条件,应该是允许机场的指挥人员能够通过手动控制操作飞机的起降作业。这是假定动力回转跑道的自动指挥系统出现了故障,而又必须进行飞机起降作业时的应急处理措施,也许在现实中,只有在规定情景的演习中才有可能真正用到。这时,动力回转跑道的自动管理系统应该提示警告、切换控制模式、确认操作授权等一系列操作转换程序,进入人工操作模式。实施人工操作的地面指挥人员也许需要与飞机驾驶员进行实时的协调配合,而地面指挥人员的操作更像是在进行电动游戏操作,用按钮或者操作杆将飞机控制在动力回转跑道的适当位置上,这时,平时娴熟电子游戏的操作人员可能会更有优势。

[0153] 11、预设空难救援及损害管理功能：

[0154] 飞机在起降时出现故障，在航空活动中出现空难的机率较高，而且常常由于损管手段不足或者救援时间延误，产生灾难性的后果。

[0155] 比较常见的发生在机场跑道上的空难，常常由于飞机起飞时失控而坠毁，或飞机着陆时失控而冲出跑道。无论那种情况，飞机失控遇难的最终现场都有一定的不可预料性，因此留给地面救援人员的反应时间也非常仓促。

[0156] 通常出现这类机场空难，最严重的危险就是飞机燃料泄漏导致的火灾。尤其是在遇难时油箱还比较满，并且没有时间进行空中排油的飞机，大量航空燃料的泄漏起火往往导致巨大的次生灾难。

[0157] 应用动力回转跑道进行起降作业的机场，动力回转跑道原理及结构本身，能够预先为出现上述机场灾难提供比常规机场更强大可靠的损管能力，以及更迅速的救援反应时间。

[0158] 首先，常规地面跑道上出现飞机起降险情时，由于此时飞机大多处于失控状态下，地面一方无法进行任何主动干预，甚至没有人能够预知最后的灾难现场会发生在机场的哪个角落。因此救援人员只能被动地向遇难方向集结，呈现救护车、消防车追着失控飞机跑的场面，大大延误实施救援的第一时间。

[0159] 在动力回转跑道的结构设计中，有条件预先在跑道下方装设常备的消防技术手段，例如可以利用跑道闭环轨道桁架管形横梁内部的可用空间，预留若干储有灭火剂的储罐（图 16），并在跑道周边甚至跑道内部安装布设足够的灭火剂喷嘴，如果跑道上出现飞机失火情况，即可通过自动或者手动控制使灭火剂喷出。由于动力回转跑道能够通过与飞机的速度同步控制，使飞机保持在跑道的某个相对位置，因此灭火剂施放效果的可预测性以及可控性将大大提高。

[0160] 动力回转跑道的独特结构，还可以提供出现最糟糕的险情，即飞机油箱破裂而燃油泄漏导致大面积起火状况时的独特救援手段。由于燃油泄漏导致的飞机周围火场，造成救护车无法接近事故飞机，往往使得机上人员失去得救的机会。为此，在设计动力回转跑道基础结构时，可以在其固定基座内部安排油料回收空间，其上表面制作时预留导流槽及回流孔，导流孔上面还应该装有防尘盖，防止平时的雨水、杂物等落入回收空间。当遇难飞机出现油箱破裂导致燃油泄漏时，漏出的燃油即使是在燃烧状态下，燃烧表面以下的燃油也会通过动力回转跑道的链轨接缝向下面的固定基座上表面流动，此时，流下的燃油会通过固定基座上表面上预留的导流槽向回流孔集中，最后流入回收空间。此时，为了防止回收的燃油在回收空间内燃烧，应该向其中注入二氧化碳气体以隔绝氧气，同时也为跑道表面上正在燃烧的燃油进行气氛隔绝保护。

[0161] 三、目前能够移植于动力回转跑道实际应用的相关技术：

[0162] 首先申明：这里所举出的应用技术，其本身并不包括在本发明的产权保护范围之内。这些技术很多是已经公开应用的成熟技术；有些可能已经获得专利保护，正在寻找开发应用的新方向；还有些可能是正在开发中的新兴技术，亟需找到实际应用的有效验证机会。在此引用这些技术内容，仅用以说明这些相关技术目前的发展势态以及移植应用的资源背景，表达其拓展应用于动力回转跑道的前景，以期进一步完善本专利技术的实际应用效果，并说明本专利实施的技术可行性，即本专业的技术人员能够理解并应用。以下引用的信息

来自互联网,本人不对消息本身的真实性及各种技术之优劣进行评价。

[0163] 1、磁悬浮应用技术:(出处:<http://zhidao.baidu.com/question/161018511.html>)

[0164] 目前世界上有三种类型的磁悬浮:

[0165] 以德国为代表的常导电磁悬浮。

[0166] 以日本为代表的超导电磁悬浮。

[0167] 以上两种磁悬浮都需要用电力来产生磁悬浮动力。

[0168] 中国的永磁悬浮,它利用特殊的永磁材料,不需要任何其他动力支撑。

[0169] 德国曾在 80 年代于柏林铺设磁悬浮列车系统。该系统设有三个车站,长度 1.6 公里,用的是无人驾驶列车,于 1989 年 8 月开始试验载客,1991 年 7 月正式服务。由于政治原因,柏林墙倒塌,该线于运行两月后改为普通轮轨列车行走

[0170] 英国的伯明翰国际机场曾于 1984 年至 1995 年使用低速磁悬浮列车,全长 600 米。由于可靠性的问题,该线后来也改用单轨列车行走。

[0171] 2000 年,中国西南交通大学磁悬浮列车与磁浮技术研究所研制成功世界首辆高温超导载人磁悬浮实验车。

[0172] 德国的 Transrapid 公司于 2001 年于中国上海浦东国际机场至地铁龙阳路站兴建磁悬浮列车系统,并于 2002 年正式启用。该线全长 30 公里,列车最高时速达 430 公里,由起点至终点站只需八分钟。

[0173] 2003 年,四川成都青山磁悬浮列车线完工,该磁悬浮试验轨道长 420 米,主要针对观光游客,票价低于出租车费。

[0174] 日本现在的山梨县试验线使用低温超导磁铁,可容纳更大的磁隙,该线列车的最高速度达每小时 580 公里,成为世界纪录。

[0175] 最近,中国成功研制一种新技术——永磁技术 MAS-3,其造价比德国及日本的技术还要低。

[0176] 2005 年 5 月,中国自行研制的“中华 06 号”吊轨永磁悬浮列车于大连亮相,据称其速度可达每小时 400 公里。

[0177] 2005 年 9 月,中国成都飞机公司开始研制 CM1 型“海豚”高速磁悬浮列车,最高时速 500 公里,预计会于 2006 年 7 月在上海试行。但到目前为止还没有消息公布。

[0178] 2006 年 4 月 30 日,中国第一辆具有自主知识产权的中低速磁悬浮列车,在四川成都青城山一个试验基地成功经过室外实地运行联合试验。利用常导电磁悬浮推动。

[0179] 超导技术:

[0180] 国内对于超导技术的研究开发具有较长的时间和大量的技术积累,据说已经可以跻身世界先进水平之列。作为一种崭新的技术,目前实际应用于日常生活的范围还非常狭窄。造成应用不足的原因很多,除了其自身技术还不够成熟的因素外,造价昂贵也使其不容易获得应用推广,因为值得花高昂成本使用这项技术的应用项目并不太多。

[0181] 对于动力回转跑道项目的开发而言,超导技术的应用正好是一个能够为其打开大面积市场应用的通道。理由非常简单:动力回转跑道作为一种新技术项目,其技术优势远超既有传统技术,也就是说,目前的实际应用中,传统技术项目无法与其作占位性竞争。由于动力回转跑道自身的先进性,对其它先进技术的包容及集成能力,使它具有一旦问世,即具

有比目前任何一种跑道技术应用都要高得多的性价比,超导技术即使再昂贵,也将随着动力回转跑道的大量应用,从而在量产的基础上将制造成本降落到适当的水平,为超导技术应用市场的扩张创造极为有利的局面。

[0182] 仅从技术应用环境的角度而言,动力回转跑道项目也非常适宜超导技术先进性的表现发挥,可视为超导技术能够发挥最佳表现力的应用场所。即使能够将超导技术应用于电动刮脸刀,也很难表现这种刮脸刀的先进性,同样,如果将超导技术应用于一条纵贯中国大陆的电力机车,超导技术的先进性将大放光彩,据说目前已经部分应用于动力车组,并取得了不凡的表现。由此可见,超导技术如果有可能纳入动力回转跑道技术的应用范围,则为自己的应用发展打开了一扇宽阔的大门,从而可能进入与社会生活密切关联的巨大市场。

[0183] 有益效果:

[0184] 本发明应用于固定翼飞机,适应各种条件下的起降作业,形成全新一代机场通用起降设备,能够克服目前常规固定翼飞机起降所应用的固定式跑道先天具有各种无法去除的弱点,并取得以下有益效果:

[0185] 1、节省大量土地资源:随着航空科技的不断发展,各种航空器的起飞重量不断提高,飞行速度越来越高,航空器的尺寸也越来越大。为适应这一状况,于是原有的陆地机场跑道只得越修越长,据说世界上跑道最长的是伊朗的 Strip 机场,长 5049.93M,可能有些水分,不过跑道长度超过 4500M 的机场,仅美国就有十多个。同时,一个大型机场一般不会只拥有一条跑道,同样以美国为例,拥有 12 条跑道以上跑道的机场也有十多个。对于波音 787 这样体形巨大的飞机来说,着陆跑道大约需要 3600M 级。这些都是现代航空发展对土地资源的巨大占用。

[0186] 应用动力回转跑道技术后,跑道算上两端的引道,总体长度可望在 500M 以内,用于航空母舰等移动起降平台时,更可能减少至 200M 以内。

[0187] 2、提高飞机起降作业的安全性:对于起降时,特别是着陆时出现故障的飞机,应用本技术的机场能够提供更可靠的技术补偿及救援手段。例如时飞机制动器失效、即可以通过动力回转跑道与飞机轮胎间的同步耗能减速,使飞机平稳停住而不至于冲出跑道。即使是飞机起落架故障,不得已采用机腹迫降,使用本技术能够更及时、准确地提供类如泡沫润滑兼灭火等保护措施,使灾害损失降至最低。

[0188] 3、兼容性强,各种性能相差甚远的固定翼飞机,甚至滑翔飞机都能使用:陆基常规机场跑道就兼容意义而言,原本是其性能的最大亮点。在动力回转跑道技术出现之前,没有任何一种跑道起降技术在兼容性上能出其右。但其兼容性是一种先天自在的自然属性,人们对其没有多少选择余地。因为一条为起降 200 吨大飞机制造的 4500M 长的跑道,当然足以降落 10 吨以下的小飞机,但使用成本很不合算。如果真正开放兼容使用,将使航线利用率及备降空间管理、中转场地调度都产生很大的资源浪费。事实上,人们往往会觉得不如给小飞机另外建一条短跑道更加省心。

[0189] 动力回转跑道技术的出现,将在兼容性这一点胜出传统陆基常规跑道,同时在合理使用资源以及提高起降效率方面,将更具实用价值。(参见本章第 7 节)

[0190] 4、降低机场投资建设成本:世界各地的陆基常规机场建设,都是个案设计的产物。众所周知,所有个案设计的产品相比标准化、模块化设计的产品,仅造价一项即有天壤之别。如果将建设机场与制造汽车相比,机场技术的标准化内容也就相当于汽车的灯光喇叭

雨刷器等零部件,但其主体内容则囿于因地制宜,基本是一人一个样,这也是为什么现代工业设计努力向标准化、模块化方式转变的重要原因。而动力回转跑道机场出现后,将使世界机场跑道建设有可能进入标准化设计的大门,仅此,即具有大大降低建设成本的前景。动力回转跑道进入模块化、标准化工厂制造后,结构、配件的制作成本也会大大降低。世界上现有的陆基常规机场的改造工程,基本可以在现有设备的基础上进行,原有的主要机场设备,也仍然能够与动力回转跑道配合使用。考虑到可以预期的将来,全世界新机场建设的增加,以及现有机场的更新改造,动力回转跑道将具有巨大的市场前景,这些都是降低建设成本的潜在因素。

[0191] 5、减少机场运行维护费用,提高飞机全天候出勤能力:首先,从机场跑道建设角度看,动力回转跑道由于结构紧凑,没有常规陆基跑道那样广阔的占地空间,因此从管理面积角度能够减少日常维护工作的工作总量。其次,由于动力回转跑道特有的助力及减速原理,其工作表面与飞机轮胎之间的摩擦系数,不象常规跑道那样敏感,需要经常进行除胶、刨削等处理。第三,其机械结构与电力拖动结构的维护管理,与一般大型露天机械设备,如电力机车等没有本质的区别,同时,还有可能采用智能化自动检测手段,进一步减轻日常巡查检测的工作量。

[0192] 常规陆基机场面对气候异常,例如降雪结冰,尤其是突如其来的一场暴雪,大多数陆基机场都有可能暂时瘫痪。对于几千公尺的跑道,除雪作业需要调集相应专用设备并投入巨大的工作量。即使一些地区的陆基机场暴雪并不经常出现,但作为预防,专用工程设备却一件不能少地经年呆在那里,自身不但需要占用大量购置资金,同时日常保养也是一笔可观的开销。

[0193] 如果应用地域接近南极、北极等高寒地区,目前美国最先进的航空母舰都视为畏途,一方面蒸汽弹射器散出的蒸汽会令起飞甲板很快结冰,同时凝结的淡水很容易将弹射器部件冻结。对此,应用了动力回转跑道技术的航空母舰能够很容易适应高寒的环境条件。

[0194] 如果同样遇到恶劣天气,例如大雪结冰等情况,装备动力回转跑道的机场,只需启动该动力回转跑道,即可自动将冰雪从跑道上抛扬出去。即使天降暴雪的正在进行时,也能够保持跑道基本面的清静。

[0195] 6、简化飞机起降操作的技术复杂程度:这一点对于舰载军用飞机的飞行员应该是功德无量。舰载飞机的起降技术与常规陆基飞机差异巨大,而且操作技术水平要求严格,即使如此,舰载飞机的起降仍然要冒相当大的风险。也就是说,舰载飞机的飞行员本身,乃是一种昂贵的稀缺资源,如果在战争状态下,航空母舰飞行员的补充甚至比战损飞机的补充还要困难。动力回转跑道技术的应用,将使舰载飞机起降作业的技术规范与陆基飞机减小差异并趋向统一,相当于降低了飞行员资源的成本并大大扩展其补充来源。

[0196] 使用动力回转跑道进行起降作业,会使飞行员在起降过程中更感舒适。因为使用弹射器起飞时,瞬间 4-5 个 G 的加速度,以及着舰时被阻拦索突然拦住的滋味,不是一般人能够承受的考验。

[0197] 7、减少飞机在起飞阶段的能源消耗,等于增加了飞机的有效航程:动力回转跑道虽然比陆基常规跑道增加了跑道运行的动力消耗,但于整体航空作业的成本,事实上却能够得到大大降低。这是因为飞机自身用于起飞的能源(航空油料)消耗的一大部分,被动力回转跑道提供的更加便宜、绿色的能源(电能)取代了。也许将来使用动力回转跑道起

降的民用飞机,场站使用费中可能会多出一笔起飞能源替代费用,即使如此,换算下来飞机一方还是应该合算,因为它为此省下来航空油料,等于增加了飞机的有效航程。

[0198] 固定翼飞机从其使用特性而言,对跑道长度以及表面质量的依赖越高,则这种飞机的适用能力就变得越低。同时,固定翼飞机在起飞升空时,单位行程内燃料的消耗要远远大于正常巡航期间的平均值,因此,使用者总是希望能够尽可能为起飞升空后的巡航飞行保留更多的燃料,而不是使宝贵的机载燃料消耗在起飞升空阶段。因此,固定翼飞机无不希望在起飞阶段能够从自身之外得到更多的外来升空助力。这一点目前的常规陆基机场基本上无能为力,顶多也就是利用风力等自然条件,为飞机安排一个逆风起飞的机会,使其得到一些额外升力。

[0199] 8、提高能源利用效率:动力回转跑道的多点驱动及功率可调的特点,使其运行启动方式非常类似动力车组的逐渐加载的方式,因此不出现高能启动峰值。

[0200] 假定有一条动力回转跑道,是由 10 条并联在一起的闭环轨道组成的,也就是说,它相当于 10 台并排平行的回转直线电机共同驱动,将动力回转跑道加速到预定的速度。启动这条跑道的时候,理论上并不需要对 10 台直线电机全负荷加载,甚至也不必对全部 10 台直线电机同时加载,事实上只需加载其中的一部分直线电机,就已经可以带动整条跑道从静态开始启动。随着运行速度的逐渐提高,适时对其它直线电机逐渐加载,直到进入全速运行状态,从而避免瞬间大能量同时加载出现的能量峰值。

[0201] 当这 10 台回转直线电机全部启动运行的时候,动力回转跑道将发挥出它的最大功率。对这一功率的要求,是将设计使用对象的最大起飞重量的飞机加速到起飞速度。如果使用动力回转跑道的飞机仅是一架比最大起飞重量飞机轻一半的飞机,理论上则可以令动力回转跑道的回转直线电机只启动 5 台,也就是说,可以用一半的功率,完成这架飞机的起飞作业。

[0202] 动力回转跑道可以根据不同的使用对象调适相匹配的输出功率,从而减少无用功的消耗。能够提高整体能源利用率。

[0203] 9、提高军事用途下生存能力和战损管理水平:无论是陆基的战备机场还是航空母舰,都是昂贵的战略军事装备,在实战中很容易吸引对方火力的攻击,出现战损在所难免。动力回转跑道即使中弹受损,将比其它各种跑道受到同级战损后的紧急修复条件更优越。首先,被损坏的驱动链板或从动链板,都很容易利用标准备件进行现场替换。其次,即使损及闭环轨道桁架,由于其标准备件有比较强的通用互换性,具备在较短时间内拆除损坏的部分轨道,并更换备件轨道的能力。即使一部分直线电机的定子线圈受损,在数量允许的范围内,甚至可以暂时不进行更换,将损坏部分的线圈进行简单的开路处理,靠其它完好线圈组仍然能够维持运行。

[0204] 陆基机场由于其固定的地面座标以及庞大的跑道设施,事实上很难实施隐身伪装,战时生存安全只能靠拦截等防空手段保障。动力回转跑道能够将跑道设施的整体尺寸大大减小,仅此,对于陆基机场而言,由于缩小了拦截火力的防空面积,相当于提高了单位空间内防空拦截的火力密度。同时,机场设施的整体瘦身,也为进行伪装隐身提供了更大的可能性。

[0205] 在战争等极端条件下,如果应用动力回转跑道技术制造相应的可临时铺装的战勤跑道、隐身于洞穴等工程设施中的隐身跑道以及可装载于动力车组等陆地移动平台上的机

动跑道,更能有效提高军用机场的自身生存以及战略调度能力,同时,由于其对所使用的飞机没有额外要求,也就提高了战损飞机的补充能力。

[0206] 10、降低对飞机机体强度以及起降系统的设计制造要求:例如飞机起落架的避震缓冲与制动系统,对保证飞机安全起降意义重大,使用动力回转跑道后,将全面减轻对飞机这一部分的技术要求,从而提高了飞机起降的安全性。

[0207] 航空母舰等固定翼飞机起降的特殊环境,使舰载固定翼飞机在起飞时得到额外的助力,成为一个不能回避的选项,为达到这一目的,人们只有两个可靠的路径,要么改造跑道以适应飞机,要么改造飞机以适应跑道。前者以航空母舰滑跳起飞甲板为代表,后者以各种垂直起降固定翼飞机为极致。最后被认为在实际应用中最先进的,是采用弹射助力方式起飞固定翼飞机,大体上这两个路径的折衷——既需要改造跑道,也需要改造飞机。

[0208] 对于舰载飞机而言,无论使用弹射起飞还是采用滑跳起飞,都需要对起落架及机体结构进行补强改造,从而加大了飞机的自身重量。因此,弹射助力起飞先天的局限,使其不能随意改变或临时调换,让未经专门改造的其它飞机使用弹射助力起飞的功能。原因是弹射助力的方式太过粗暴,未经机身结构补强以及起落架改造的飞机会被弹射助力的瞬间加速能量扯碎。

[0209] 航空母舰应用动力回转跑道,则可以不用再为舰载飞机进行机体结构的补强、不用再为适应滑跳起飞的飞机加强起落架、不用再为适应弹射式起飞的前起落架改造挂载机构,不用再为着陆时钩挂阻拦索而装设挂钩系统等,战机进行满载起飞不再是困难问题。省出来的负载能够装备更多的作战武器和燃料。

[0210] 即使是使用传统陆基机场起降的高速军用飞机,往往为了增效制动、减少滑行距离,要在尾部加装减速伞。使用动力回转跑道后,起落架、机体结构补强、减速伞等手段将成为历史,相当于提高了飞机的有效飞行载荷比。

[0211] 11、动力回转跑道技术应用的可扩展性:可根据不同性质的飞机使用要求定型制作,例如可开发出无人驾驶飞机专用车载折叠式动力回转跑道起降器、可快速拆装组合的大型模块式动力回转跑道机场、可装在特殊的大型运载设备上机动的动力回转跑道机场、可在其外表进行各种伪装的隐形动力回转跑道机场等。

[0212] 12、允许连续作业,起降作业效率高:对此,可比对象只有采用弹射式起飞及阻拦索式着陆的航空母舰跑道。无论是老式的蒸汽式弹射器,还是目前被认为先进的电磁式弹射技术,都是采用预先蓄能,瞬间发力的能量释放方式,所以至少都有一个蓄能准备的时间周期。一般来说,航空母舰上的飞机起降作业很难同时进行。

[0213] 动力回转跑道不需要预先进行蓄能准备,采用了低能量启动,连续运行的工作方式,因此飞机起降能够连续进行,起降次数没有限制。事实上,应用动力回转跑道的航空母舰上一个飞机起降波次的间隔,事实上只受机库至起飞引道之间的调动速度制约,基本与动力回转跑道无关。如果采用双跑道设计,则可实现航空母舰的飞机起降同时进行并且互不干扰。

[0214] 13、设计相对容易,制造工艺条件简单:动力回转跑道系统的主体结构设计,是由一排闭环轨道组平行阵列构成。其中每一闭环轨道组的结构完全相同。需要不同长度的选择,主要出现在直线结构部分的复制延长或缩短;需要不同宽度的选择时,主要是单一闭环轨道组平行阵列数的增减。这些基本设计上简约的优势,体现在制造过程时,将使其工艺复

杂性大大降低。

[0215] 在对动力回转跑道进行标准模块优化应用设计后,动力回转跑道制造的大部分工作将在工厂完成,其次是运输、再次是组装调试。常规陆基机场工作量最大的土方建筑工程,将排在最次要的位置。

[0216] 14、为开拓航空手段新应用思路提供技术支撑:如果航空母舰应用了动力回转跑道技术,形成对普通飞机的适用能力,将导致现有的航母战勤思路发生改变,从而使航空母舰与陆基飞机的互动变得更加紧密。首先,航空母舰的战场范围可以扩大到包括南北两极的地球上的任何角落,不再受严寒等气候条件限制。其次,传统意义上的航空母舰的作战能力,以其舰载飞机的数量与飞机的有效载荷为计算依据。陆基军用飞机的作战能力,则是以其飞行半径与有效载荷为计算依据,从概念上讲,陆基飞机无论如何还是需要飞回来着陆,而舰载飞机的数量基本上是个固定的常数,在执行任务的过程中,只会减少难以增加。但航空母舰应用动力回转跑道技术之后,情况将彻底改观,海、陆双边的飞机可以根据需要,因地制宜任意变换起降机场,进行战略意图更加丰富的战术互动策应。航空母舰可能以一个起降能力不限的海上机动飞机场的面目出现,飞行半径的概念将大大地进行修改,陆上起飞的陆航飞机不用考虑飞行半径的局限,只要直线航程能够达到这个海上机动飞机场,整个航线都是其用以执行任务的空间,任务完成后,即可以在航空母舰上着陆,进行加油补充后,再次起飞执行任务,或者返回陆基机场。在此同时,航空母舰自身携带的舰载飞机,当然也可同时次第起降,共同执行作战任务,即使作战中飞机有所损失,相应数量的来自陆基机场的飞机即可留下作为补充力量,保持航空母舰的战备执勤能力完整如初。这样,战场指挥员的打击力量及其调度空间会得到极大扩展,战术手段将具有更大的灵活性。即使在正常值班巡航的期间,这种飞机自由互换的能力,也将能使飞行员轮流返家休整的条件大大改善。

[0217] 15、突破中国海空军建设的技术瓶颈,彻底淘汰弹射器、阻拦索、飞机结构补强、阻尼减速伞等落后且累赘的技术方案,同时,能够整合舰载机的起降设施使其更简洁合理高效,大大减少起降辅助人员的数量,减轻他们的作业强度。

[0218] 16、产品的标准化及知识产权保护:动力回转跑道的技术规范、行业标准、应用性能、制造工艺及维护手段、管理软件及使用操作规范等都具备实现标准化的条件,作为产业标准的制定者,在市场上必然占有高端位置,充分体现技术附加值。

[0219] 首先开发成功者及具体实际应用者,将来推广该技术应用时,必定派生出大量相关的技术专利,从而形成一个完整的知识产权体系。并因此得到法律保护。

[0220] 附图说明:

[0221] 图 1 为动力回转跑道原理及起飞作业示意图

[0222] 图 2 为动力回转跑道原理及着陆作业示意图

[0223] 图 3 为引道衔接及缓冲器设置示意图

[0224] 图 4 为两端设有引道的动力回转跑道示意图

[0225] 图 5 为提供助力-滑跳起飞示意图

[0226] 图 6 为可仰起的动力回转跑道以及仅在一端装设引道的配置示意图

[0227] 图 7 为动力回转跑道中心线自动定位示意图

[0228] 图 8 为动力回转跑道中心线自动纠偏示意图

- [0229] 图 9 为飞机在进入动力回转跑道瞬间将出现三个阶段的加速状态示意图
- [0230] 图 10 为与直轨衔接的半环形回转轨道及其断面示意图
- [0231] 图 11 为闭环轨道纵梁与管状金属横梁装配构成闭环轨道桁架图
- [0232] 图 12 为安装永磁磁靴的链板小车图
- [0233] 图 13 为定子线圈组的位置图
- [0234] 图 14 为链板小车结构透视图
- [0235] 图 15 为闭环轨道桁架的宽度设置示意图
- [0236] 图 16 为管形横梁内部的可用空间示意图
- [0237] 图 17 为活动基座与固定基座组装示意图
- [0238] 图 18 为兼具缓冲功能的液压油缸连接活动基座与固定基座示意图
- [0239] 图 19 为动力回转跑道应用直线电机结构示意图
- [0240] 图 20 为从动链板与链板小车浮动连接方式示意图
- [0241] 图 21 为类似表链结构的跑道平面构成示意图
- [0242] 图 22 为边轨从动链板与轴距定位板结构示意图
- [0243] 图 23 为动力回转跑道表面的目视参照符号示意图
- [0244] 图 24 为各种传感器与计算机构成智能管理示意图
- [0245] 图 25 为部分组件模块化与标准化设计的若干示例图

具体实施方式：

[0246] 由于动力回转跑道作为专利技术申报,说明书所提供的仅是一种概念设计,用以说明该技术的基本原理。当前,尚未进际应用设计及原型样机制作,在此探讨动力回转跑道的具体实施方式,仅侧重讨论动力回转跑道结构进行标准化设计和模块化加工制作的思路 and 方向。

[0247] 一、根据动力回转跑道不同的应用要求,可以将其进行适当分类,在每种所分的大类中,还可以根据不同的使用条件,进一步予以分级,例如：

[0248] 1、用于陆基常规机场的动力回转跑道

[0249] A 级：用于最大吨位的民用飞机起降作业,主体结构以及零件以钢铁类材料为主,装备最完整全面的技术应用条件,全自动管理控制。

[0250] B 级：用于一般支线飞机起降作业,主体结构以及零件以钢铁类材料为主,装备标准的技术应用条件,全自动管理控制。

[0251] C 级：用于使用率不高的支线机场以及常设性的备用机场,主体结构以及零件以钢铁类材料为主,装备简化的技术应用条件,半自动辅助人工管理控制。

[0252] 2、用于陆基军用机场的动力回转跑道

[0253] A 级：用于大型战略基地机场,主体结构以及零件以钢铁类材料为主,装备最完整全面的技术应用条件,全自动管理控制。

[0254] B 级：用于前线战备机场,主体结构以及零件以钢铁类材料为主,装备最完整全面的技术应用条件,全自动管理控制。

[0255] C 级：用于一般训练或备用机场,主体结构以及零件以钢铁类材料为主,装备标准的技术应用条件,全自动管理控制

[0256] D级:用于战时临时机场,主体结构以及零件以钢铁类材料为主,装备简化的技术应用条件,半自动辅助人工管理控制。

[0257] E级:用于特种用途的机动机场,主体结构以及零件以钢铁类材料辅以高强度轻金属材料,例如装载于列车平台并可在铁轨上进行机动的车载跑道。其技术应用及管理控制根据需要进行选择。

[0258] 3、用于航空母舰的动力回转跑道,采用钛合金等高强度轻金属作为动力回转跑道的结构材料,以最大限度减轻结构重量。为此付出的代价,必然是材料成本的提升,以及特殊材料加工制造难度的增加。这一点应当与航空母舰整体系统的价值判断作统一衡量,如果在能够接受的条件下,采用与钢铁等材料混合应用,或许是更具实际可能的选择。装备最完整全面的技术应用条件,全自动管理控制。

[0259] 二、按照标准化设计、加工制造及运输组装的理念,可以将动力回转跑道整体结构分解为以下若干模块(图25):

[0260] 1、标准纵梁组件:构成纵梁的平直轨道部分。

[0261] 2、标准回转纵梁组件:构成纵梁轨道两端的回转轨道部分。

[0262] 3、标准纵边梁组件:构成纵梁轨道最外两侧的边轨。

[0263] 4、标准管形横梁组件:与纵梁轨道横向结合以构成闭环轨道桁架的管形梁。

[0264] 5、标准活动基座组件:某一设计类型内通用于闭环轨道桁架的各种装固件。

[0265] 6、标准磁靴组件:装固于驱动链板的永磁磁铁配件。

[0266] 7、标准电枢线圈组件:装设于闭环轨道上的直线电机定子线圈组件。

[0267] 8、标准驱动链板组件:与永磁磁靴、承重轮等组合的直线电机定子组件。

[0268] 9、标准从动链板组件:浮动连接于两列驱动链板间的从动链板组件。

[0269] 10、标准边侧链板组件:用于动力回转跑道最外侧衔接边轨的链板组件。

[0270] 11、标准连接、紧固套件:通用于结构安装的相关连接、紧固配套组件。

[0271] 12、标准电路连接套件:为动力回转跑道直线电机组电力控制的布线设计。

[0272] 13、标准固定基座组件:某一设计类型内通用于固定基座的各种装固件。

[0273] 三、模块化组件设计概念(仅以闭环轨道桁架结构为例)

[0274] 1、如果设计一套陆基常规机场使用的动力回转跑道,作为一个全金属结构,其整体尺寸或达(宽)70M、(长)200M左右。并且需要在施工现场进行结构拼接,如果不通过标准模块化设计,进行标准模块组件的工厂预加工,如此庞然大物的材料运输、现场加工将极其困难,其组装精度也将难以保证。

[0275] 2、假设运输条件允许的总长度不超过40M,则将总长度为70M的管状横梁分别制作成40M与30M的两段,运至现场后进行组接拼装。之所以不将其平均分割,是为了组接拼装时能够让相邻的管状横梁拼缝错开,以避免应力集中。

[0276] 3、闭环轨道部分的组件模块尺寸,除了运输条件的限制外,还须考虑工厂加工条件的限制。为此,其最大装车尺寸可在10M至40M之间选择。如果同样需要考虑错缝拼装,在标准定尺外,还需要加工一部分短尺组件模块。同时,闭环轨道两端的环形弯轨,也制作成标准组件模块,其最大长度一般不会超过10M,可满足运输条件。

[0277] 四:制造工艺:

[0278] 1、以上模块化标准组,可采用轧制、模锻成型等工艺,必要时开发专用组合机床完

成细部精度加工。

[0279] 2、拼装时如果采用焊接,则焊缝的平滑处理可参考长轨铁路的相关技术,以达足够的精度要求。

[0280] 3、经过冷、热加工的金属结构件,尤其是尺寸巨大的构件,需要进行可靠的应力时效处理。如果应用钢铁类材料,底层需要可靠的钝化防锈涂敷处理。

[0281] 4、闭环纵轨上负担承重轮的滑轨部分,如有必要增加局部硬度以提高其耐用性,应考虑对这一部位进行局部的金属强化处理,例如渗碳调质等工艺。

[0282] 5、拼接组装过程中,需要预先考虑对整体几何尺寸控制的工艺方案。尤其是准备采用焊接工艺进行拼接组装,对焊接变形的控制与矫正手段要有充分准备,事先需要设计、制作出必要的工艺装备。

[0283] 五、应用设计及制造中可能遇到的技术难点:

[0284] 1、功率问题:

[0285] 陆基机场的常规固定式跑道,只要跑道有足够的长度,而且跑道的基础足够结实,其表面压强抗力能够满足最重飞机的单位载荷,即能满足各种不同起飞重量飞机的起降要求。而动力回转跑道本身的不存在长度问题,表面压强抗力的要求也比通用跑道容易解决。但它存在一个此前常规机场从未出现的问题,即动力回转跑道需要提供动力为起飞的飞机助力加速,为降落的飞机提供能耗减速。因此,它面临着一个使用功率的计算。

[0286] 也许应该进行一些模拟计算来进一步阐明这个重要因素,但考虑到本专利的目标仅在于提供一个前所未有但符合逻辑的设计概念,至进行真正的总体应用设计还有一个相当长的距离,在此进行过多的模拟计算,由于虚拟指数过多,反而容易对整体概念的可靠性产生误导。同时,这也不是本专利自身应该完成的任务。为此,不如提出一种简单的类比,也许能得到更清晰的直观印象。

[0287] 参照项:一列高速动力车组的自重及载重有多大?需要消耗多大功率能够做到300Km的运行时速?粗略数据:一般动力车组的输出功率大约在4000KW至5000KW左右,车组自重400T左右。载重约60T(600人)左右。

[0288] 对比项:不妨在代入所设计的动力回转跑道运动部分及承载的飞机重量这些因素后,与参照项进行简单比较。如果不考虑功率损耗因素,运行使用动力回转跑道的最大功率需求,应该能够有一个比较直观的评估:与一列调整动力车组所需要的功率相当接近,即使要求较大的功率储备,增加一倍应该可以满足。

[0289] 2、噪音问题:

[0290] 假定采用普通自线电机技术,运行噪音的最接近比较对象应该是动力车组。虽然动力回转跑道的机械摩擦面积要远大于动力车组,但其载重为短时甚至瞬间方式,大多数情况下是处于空载运行。同时,其结构的整体强度以及制造精度,应该远高于动力车组,相信即使出现噪音的困扰,也应该是在可以控制在能够接受的限度以内。

[0291] 如果动力回转跑道采用了磁悬浮技术,也不妨与实际应用该技术的动力车组进行类比:据公开的报道,磁悬浮列车在时速达200公里时,乘客几乎听不到声响。

[0292] 3、整体结构重量及强度:

[0293] 对于陆基常规机场应用动力回转跑道,由于较多地采用钢铁材料,其整体重量将会很大,这一点勿庸质疑。由于动力回转跑道此时将与地面基础整合为一个整体,同时大大

减少了常规跑道的用地面积,因此,与其进行比较的,应该是敷设一条完整的常规跑道的总体重量,但不知进行这样的比较有何实际意义。其实,有必要进行重量比较的,仅是动力回转跑道的运动部分的重量,至少它与输出功率直接相关。至于固定基座以及引道结构部分,其工程内容与一般的大规模桥梁工程差别并不悬殊。

[0294] 如果应用对象是航空母舰,单就动力回转跑道自身而言,将其全部结构内容累计在一起,将可能出现巨大的吨位。如果将这个数量与饱受诟病的蒸汽弹射设备相比,可能远远过之。然而动力回转跑道的固定基座本身可以看作是航空母舰船体的一个组成部分,勿须与动力回转跑道的运动部分加在一起计算。就象人们并不将蒸汽弹射装置身躯的重量与其飞行甲板等连带设施的重量加在一起计算一样。如果将动力回转跑道的运动部分与跑道甲板单独比较,将会发现其重量并非无法接受了。

[0295] 4、运行维护:

[0296] 这个问题在前列章节中已经有所论述,在这里仍就可能参照的相似技术应用进行简略的直观类比(假定采用磁悬浮技术)。

[0297] 根据公开报道的资料,磁悬浮列车的年运行维修费仅为总投资的 1.2%,而轮轨列车高达 4.4%。磁悬浮高速列车的运行和维修成本约是轮轨高速列车的 1/4。磁悬浮列车和轮轨列车乘客票价的成本比约为 1 : 2.8。

[0298] 5、制造成本:

[0299] 由于无法框算一个全新的技术方案在投入研发时需要投入多大的实际成本,因此仍然只能用类比方法,寻找一个可能比较接近的参照系,以提供一个能够想象的边际状态。上海预计投资 380 亿元人民币,修建约 30 公里的磁悬浮列车线路;

[0300] 德国的两条线路,一条 36.8 公里长,将耗资约 16 亿欧元;另一条长度 78.9 公里,则将耗资 32 亿欧元(1 欧元约等于 10 元人民币)。

[0301] 有专家介绍,磁悬浮线路的造价只是普通路轨的 85%,而且运行时间越长,效益会更明显。因为,磁悬浮列车的路轨寿命可达 80 年,而普通路轨只有 60 年。磁悬浮列车车辆的寿命是 35 年,轮轨列车是 20 至 25 年。

[0302] 铁路路轨工程在实际施工中,根据地形、路面及设计运送能力的不同,造价会有较大差异。而应用于动力回转跑道时,由于能够采用工厂化生产,模块化以及标准化的制造模式,生产条件相对一致的内容占有较多比重,因此,至少主要组件的制造成本差异不会太大。

[0303] 与常规陆基机场的固定跑道的建造成本相比,这个造价是否更高呢?根据互联网提供的信息,首都机场新建的第三条跑道,全长 3800 米,宽 60 米,造价近 2 亿元。粗略比较,即使直接按一条动力回转跑道相当于一公里的磁悬浮路线造价计算,则静态成本约 3 亿元人民币,似可作为一个参照点(不包括前期开发的费用)。同时,可节省近 3 公里长度的土地占用。

[0304] 6、环境污染:

[0305] 动力回转跑道采用电力驱动,其发展不受能源结构,特别是燃油供应的限制,不排放有害气体。

[0306] 如果应用磁悬浮技术,人们还会产生电磁污染的担心。类比已经实际应用的磁悬浮列车的相关技术测评,实测数据是磁浮轨道 10 米处的磁场强度为 0.6uT,磁浮轨道 22.5

米处的磁场强度为 0.12uT,相对于天然磁场的 50uT,0.12uT 实在算不了什么,可以说,22.5 米处的磁场强度基本上就只剩下天然磁场的强度。

[0307] 本文使用的专用词释义:

[0308] 1、动力回转跑道:一种通过施加动力使活动安装在一个回转平台上首尾衔接成闭环、作为滑行跑道的表面结构体进行循环回转运动,以使其上的固定翼飞机获得起飞加速助力和着陆同步能耗减速的通用机场设施。

[0309] 2、闭环轨道:为使作为滑行跑道的表面结构体进行循环回转运动保持固定的轨迹并承载起降飞行器载荷,同时用于装设直线电机驱动系统的轨道结构,其形式为封闭的环与直线。

[0310] 3、闭环轨道桁架:若干列纵向平行排列的闭环轨道,其间以特定的横梁连接成的桁架结构总成。

[0311] 4、驱动链板:兼有承载飞行器载荷的活动甲板及产生电力拖动力的直线电机的动子双重功能的专用链板总成,其结构有些类似小型轮车。

[0312] 5、从动链板:用于联接并列于两列闭环轨道上的驱动链板,以将动力回转跑道横向结构为一个整体的浮动安装的链板,其主要功能是承载飞行器载荷,同时在一定条件下起传导动力的作用。从这个意义上说,也可称为连接链板或传动链板。

[0313] 6、引道:装设于动力回转跑道一端或两端,与跑道表面保持水平并平滑过渡的一段不产生助力作用的静态跑道,用以提供候飞的以及着陆后转移泊位的飞行器临时中转区间。

[0314] 7、活动基座:由于闭环轨道桁架的总体形态相对接近,而用于不同场所的与基础的装固件却各不相同,而且活动基座对基础而言所有出现的动作变化,都是通过不同类型的装固件实现的。所以,将闭环轨道桁架与基础之间的装固件组合后的总成也可称为活动基座。

[0315] 8、固定基座:用以安装活动基座及引道系统的基础结构。通常,这类基础结构都呈现某种基座的形式。由于用途、材料等区别,固定基座的形态可以有极大不同,共同之处仅在于其承载全部活动基座以及相应的引道系统。

[0316] 9、浮动式连接:在此专指动力回转跑道驱动链板与从动链板之间的连接方式,由于闭环轨道为驱动链板提供了只能纵向运行的导向,因而联接其间的从动链板也不须额外的导向安排。所有链板除了共同承载来自飞行器的向下载荷外,从动链板只是以从动状态通过连接销轴与驱动链板共同进行纵向回转循环运动,二者之间呈现浮动状态。故称为浮动连接。

[0317] 10、对冲制动:据查,常规电机技术中似乎没有“对冲制动”这个专有概念。但在电机的实际应用中,对一些功率不大的电机,可以看到直接“打反车”使用的方式——当电机正向转动的时候,不是先经过断电俟其停住后,再加电开始进行反向运转,而是直接对其施加反向运转的电流。也许这样作的目的并不在于制动本身,而仅是为了达到迅速进入反向运转,但是,当这台电机被断电并加载反向电流的那一刻,实际上是由加载的反向电流对电机进行了强行制动。本专利说明书中借用这一现象进行相关讨论,并将此称为“对冲制动”,即以反向电流转换对冲以达到制动的效果。由于本专利说明书中用以举例的概念电机为直线电机,更准确地表达,应该是直线电机组——即并排安置的若干台直线电机,其中每

一台都具有独立运转的能力,因此,使其中的一部分电机与另一部分电机做反向运转,以达到整个发电机组的制动效果,在操作技术上可以实现。

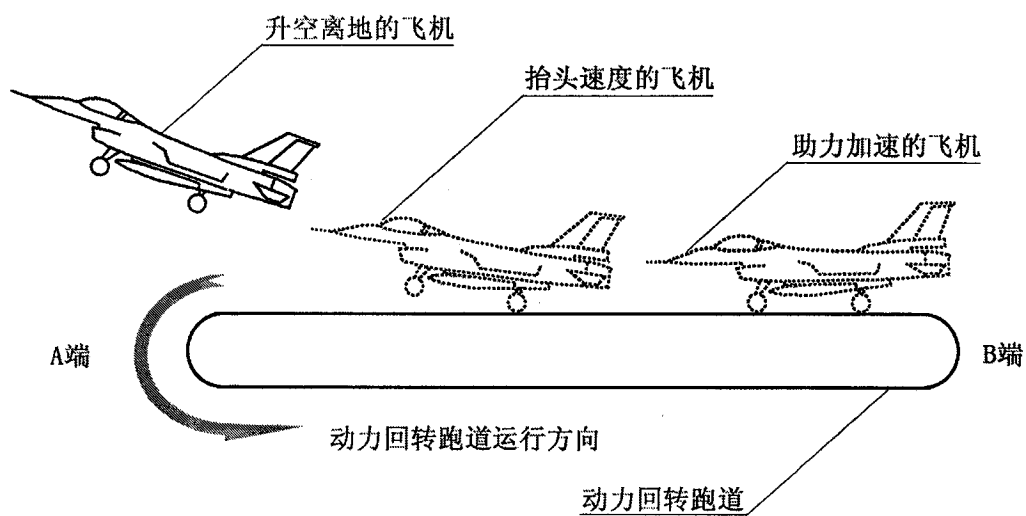


图 1

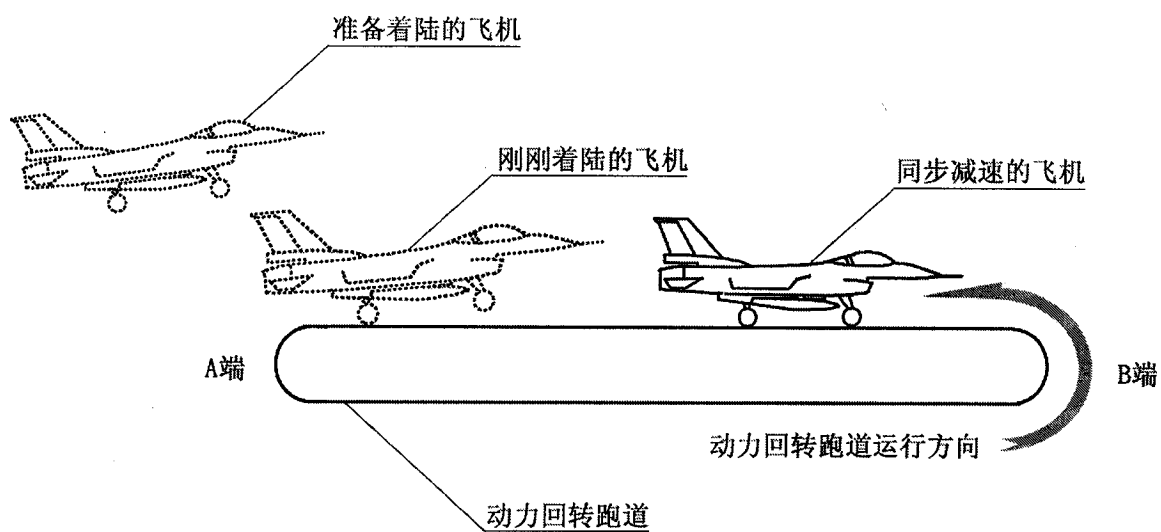


图 2

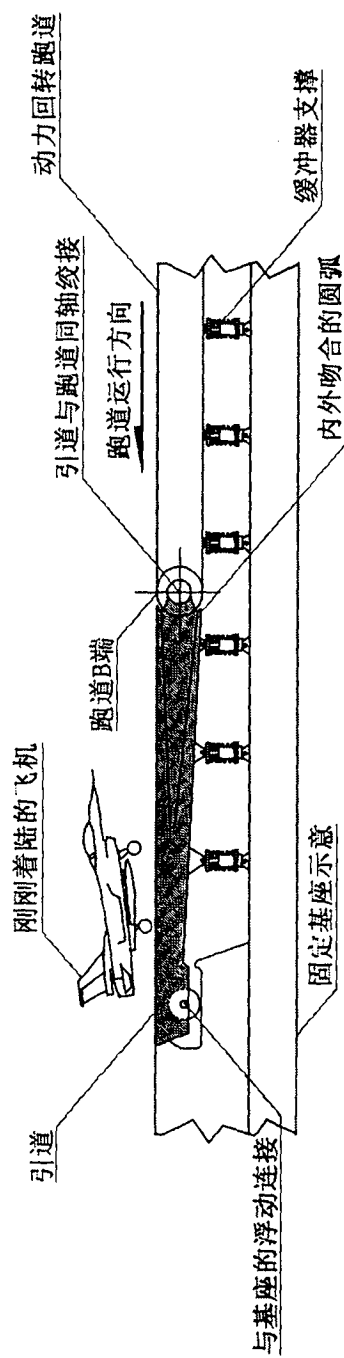


图 3

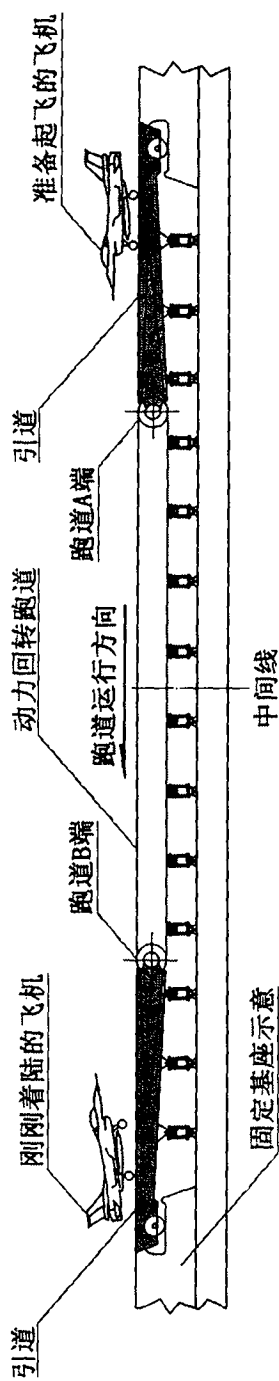


图 4

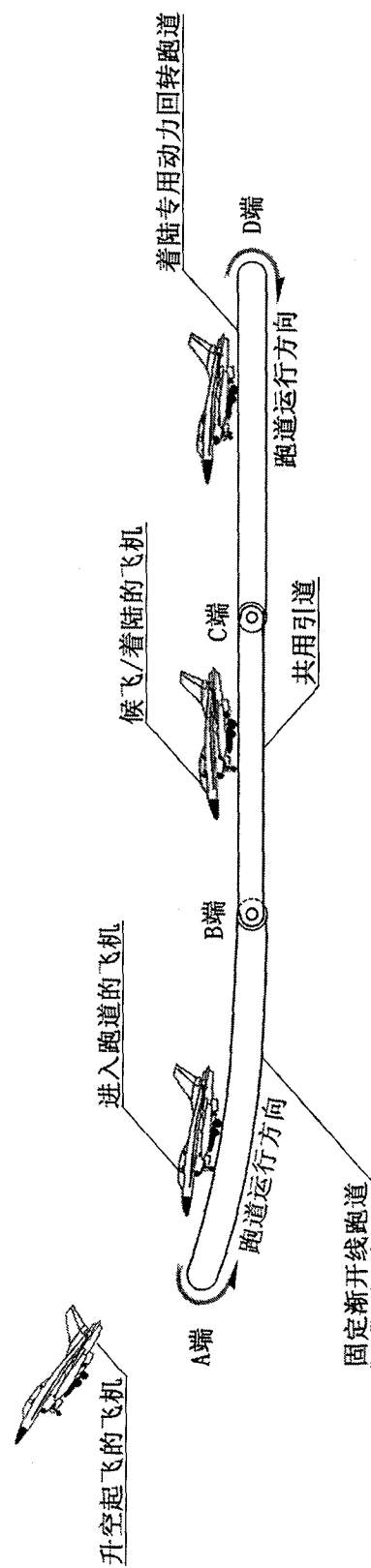


图 5

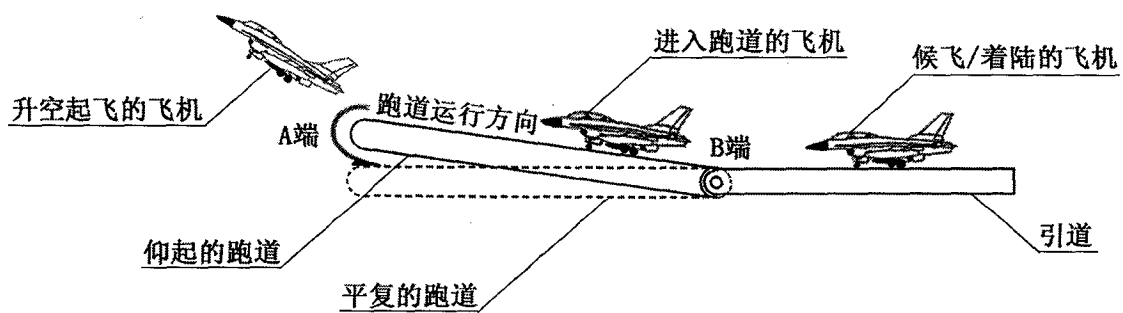


图 6

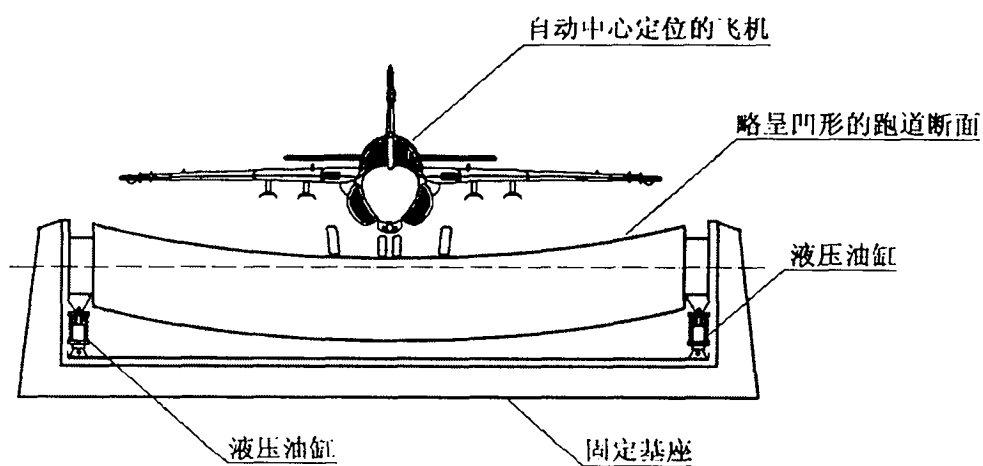


图 7

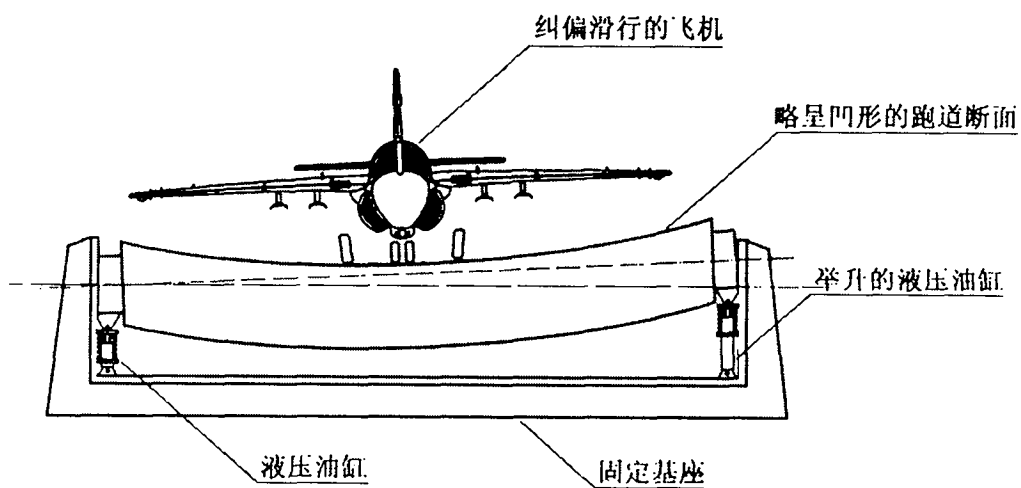


图 8

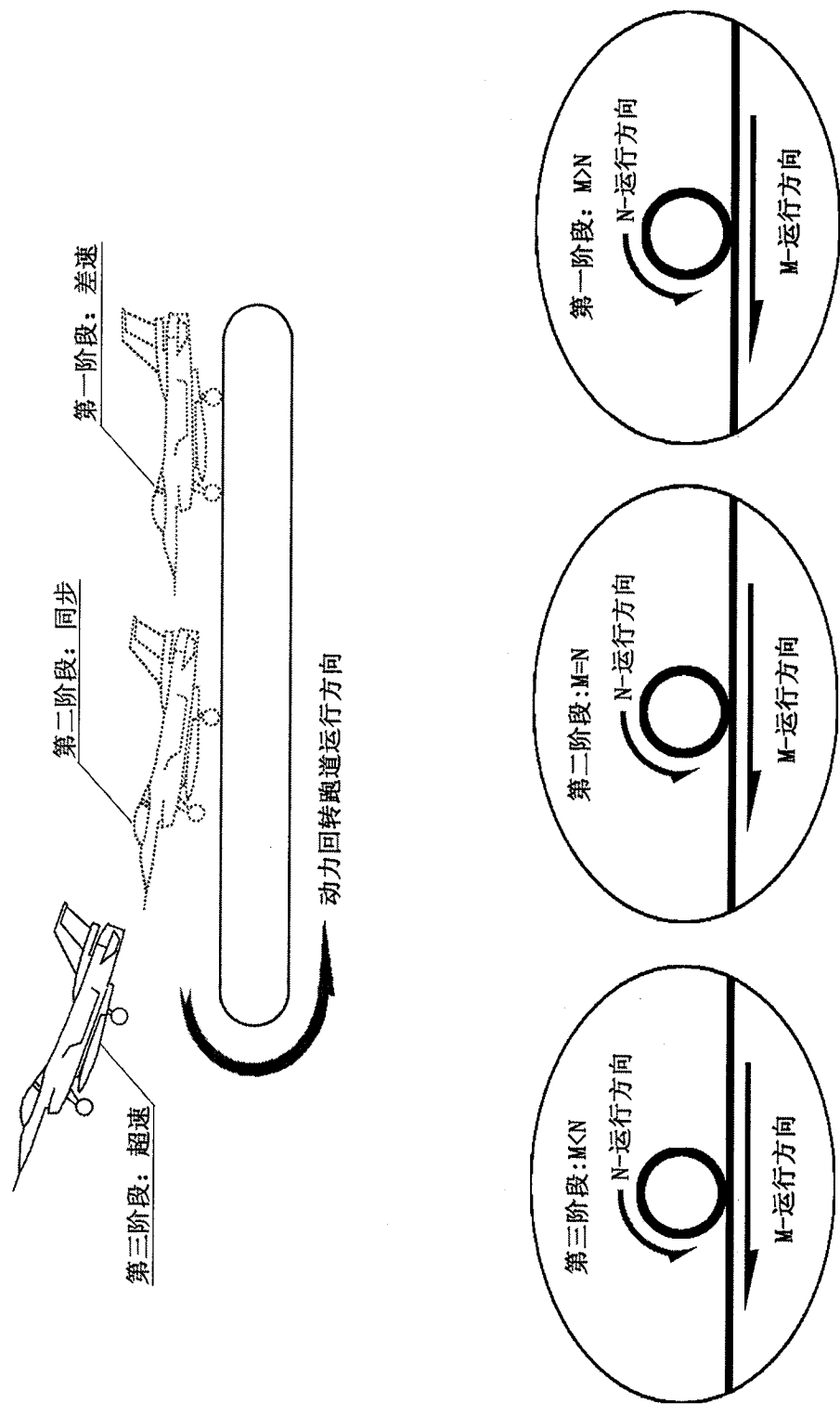


图 9

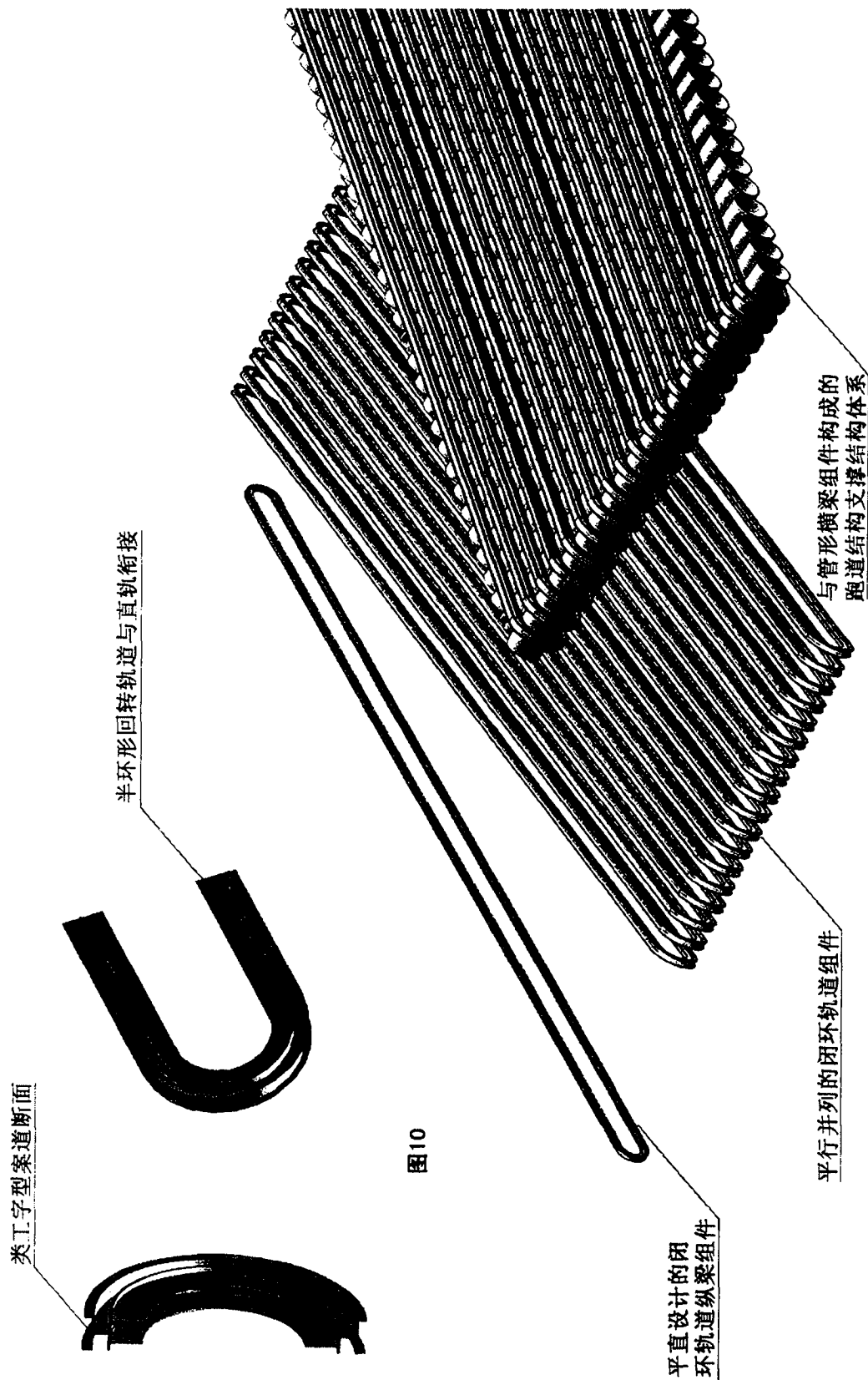


图10

图11

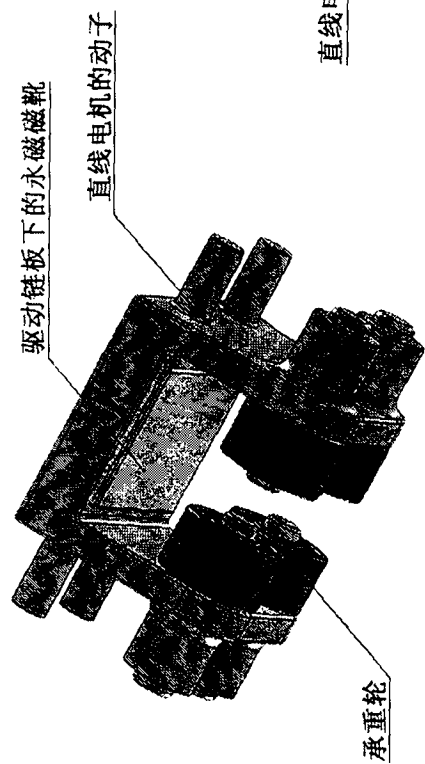


图12

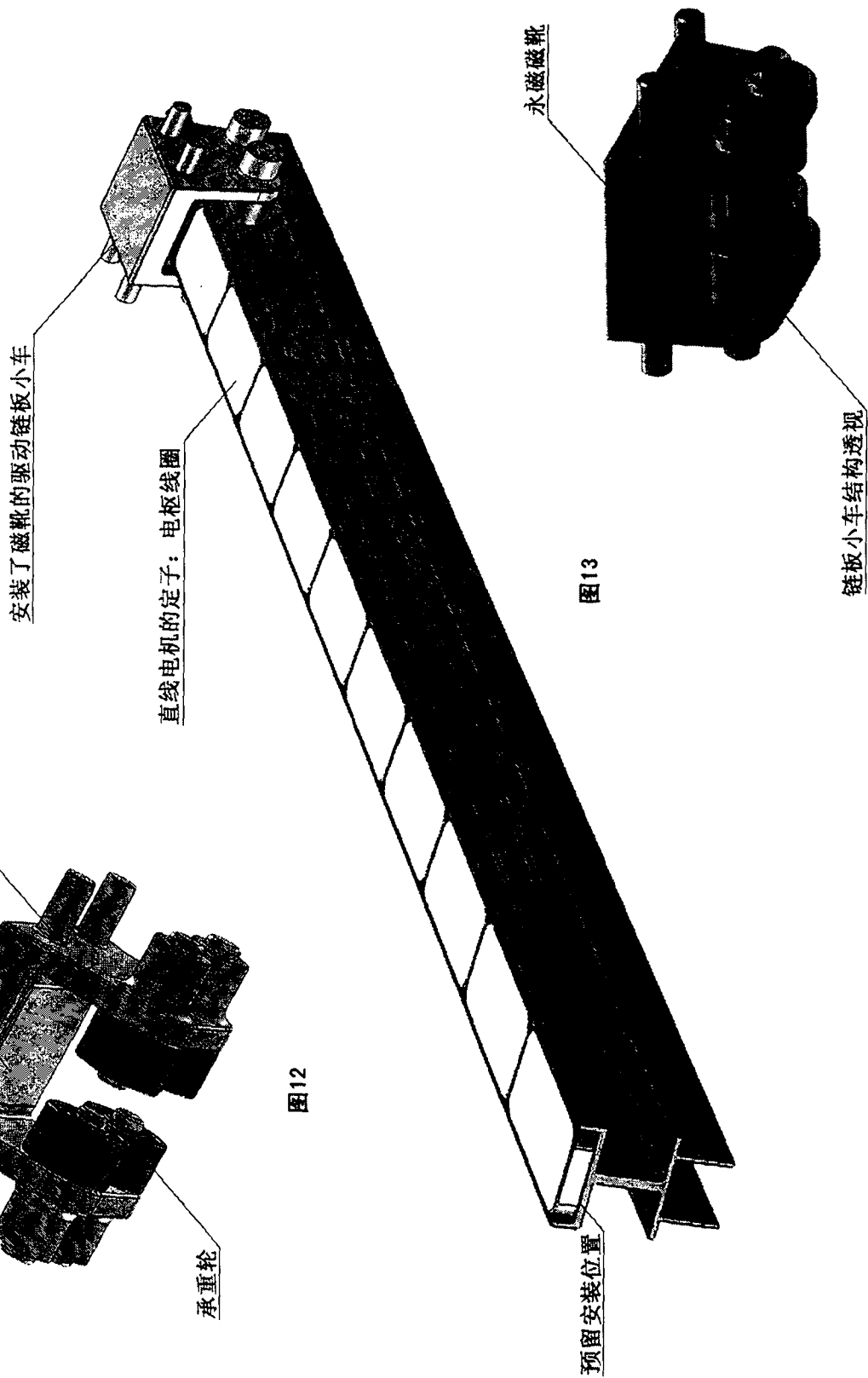
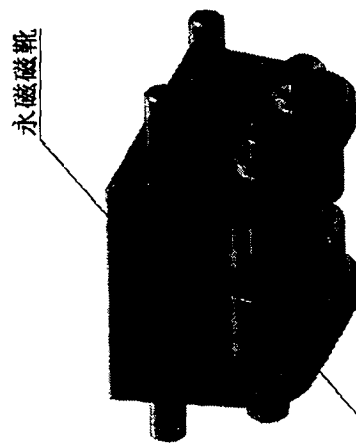


图13



链板小车结构透视

图14

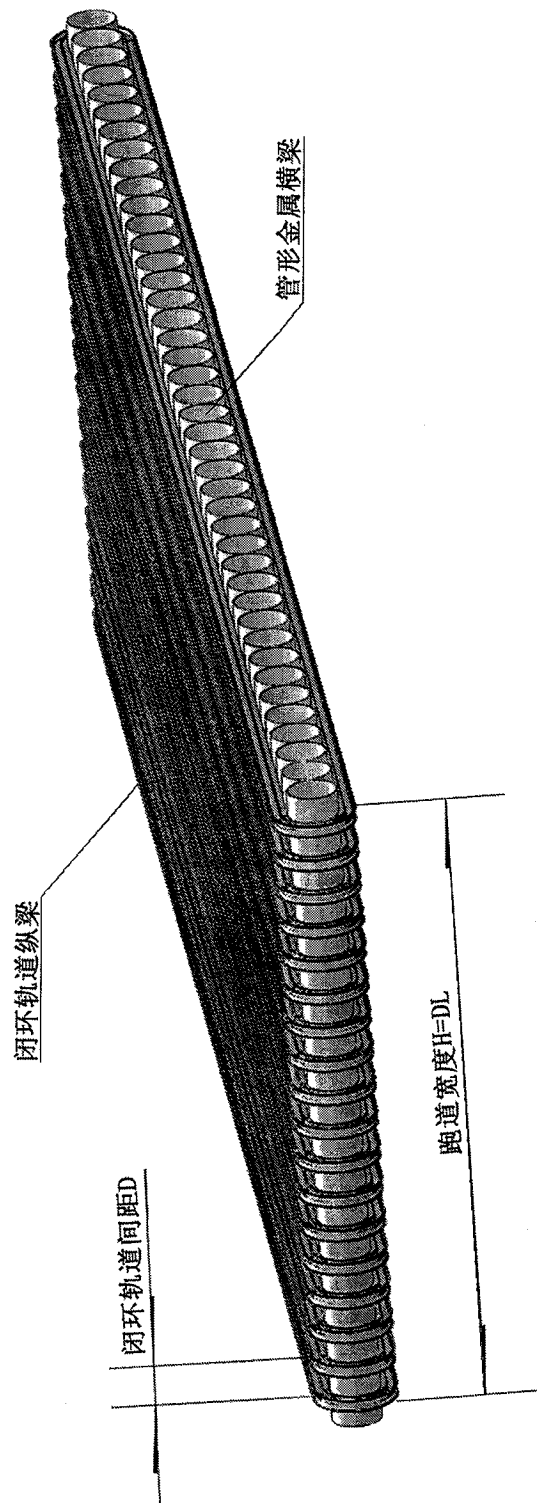


图 15

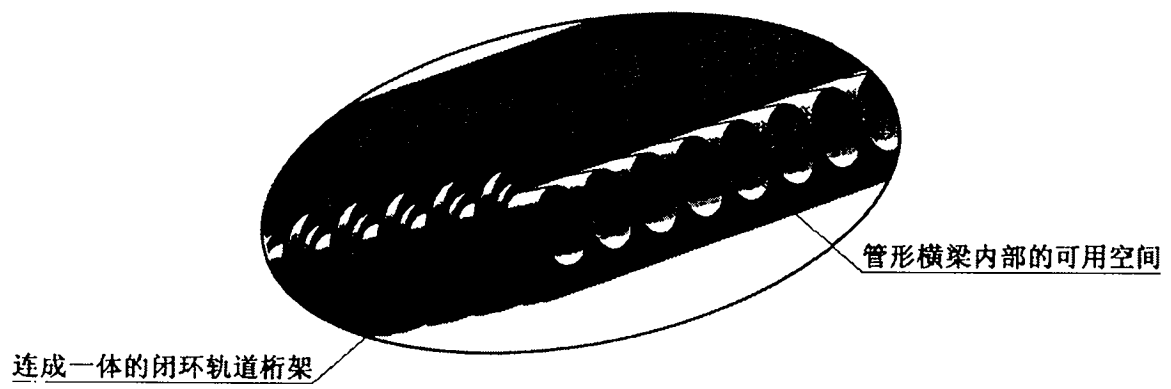


图 16

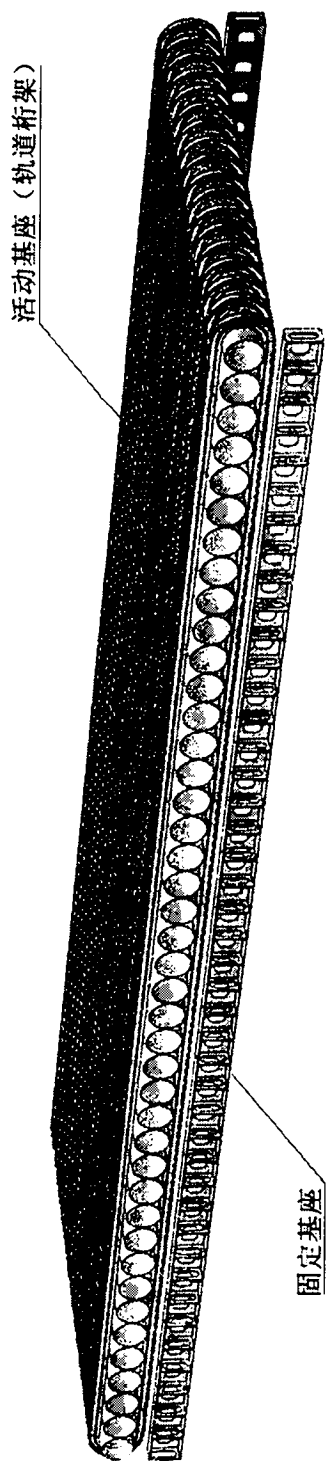


图 17

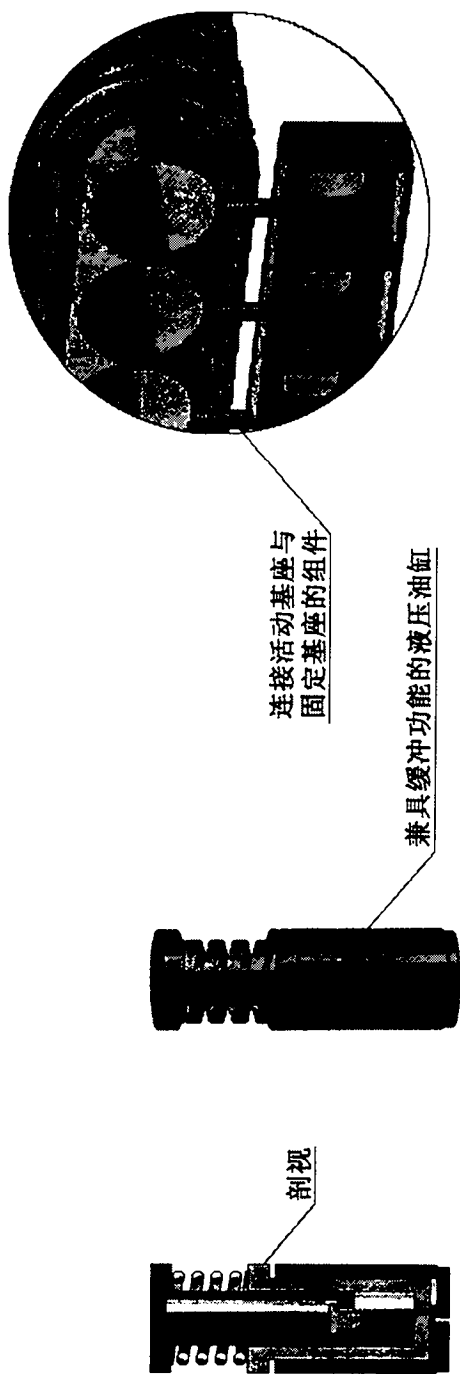


图 18

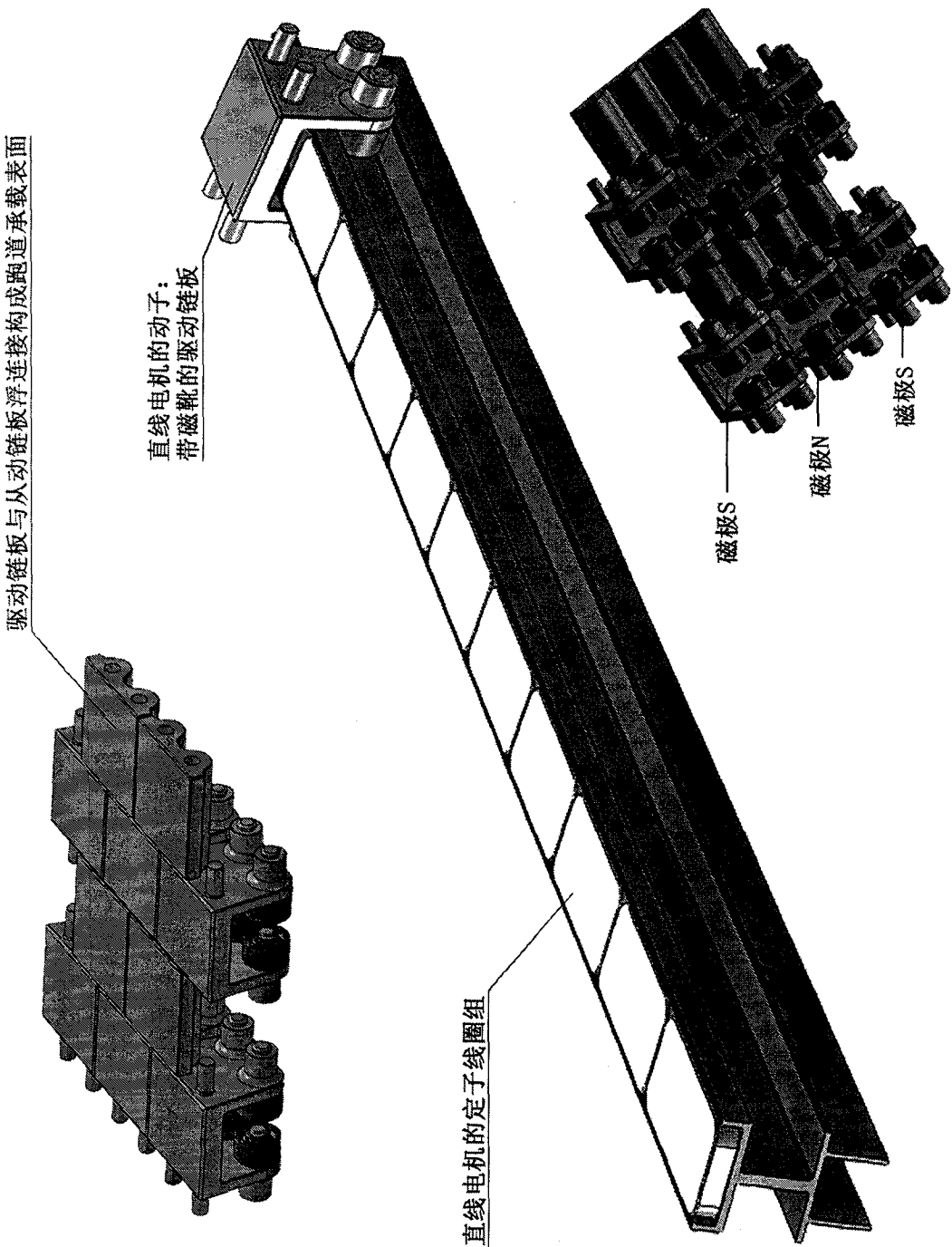


图 19

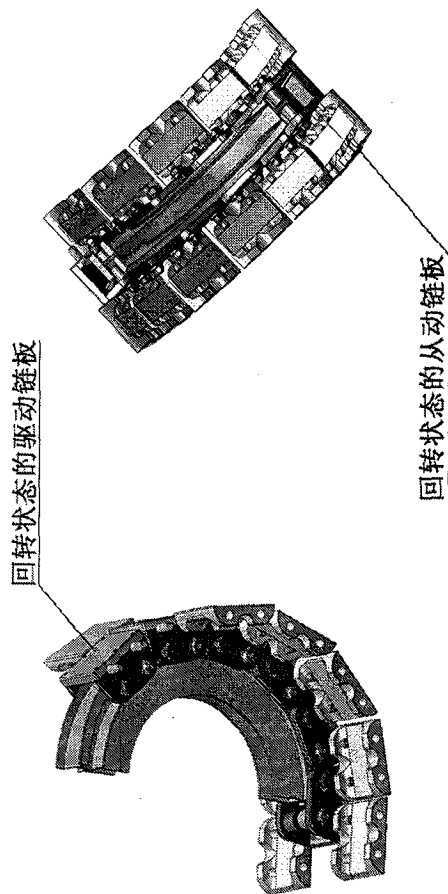
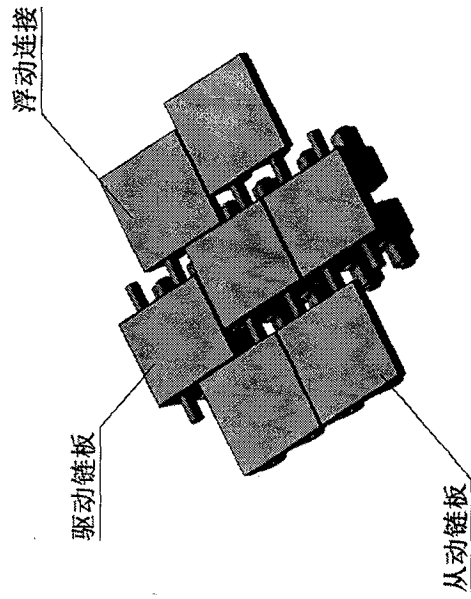


图 20

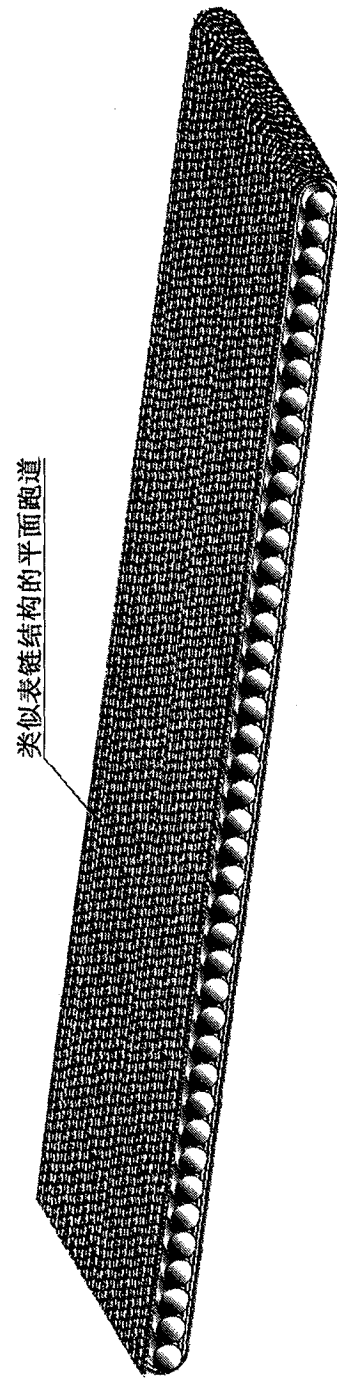


图 21

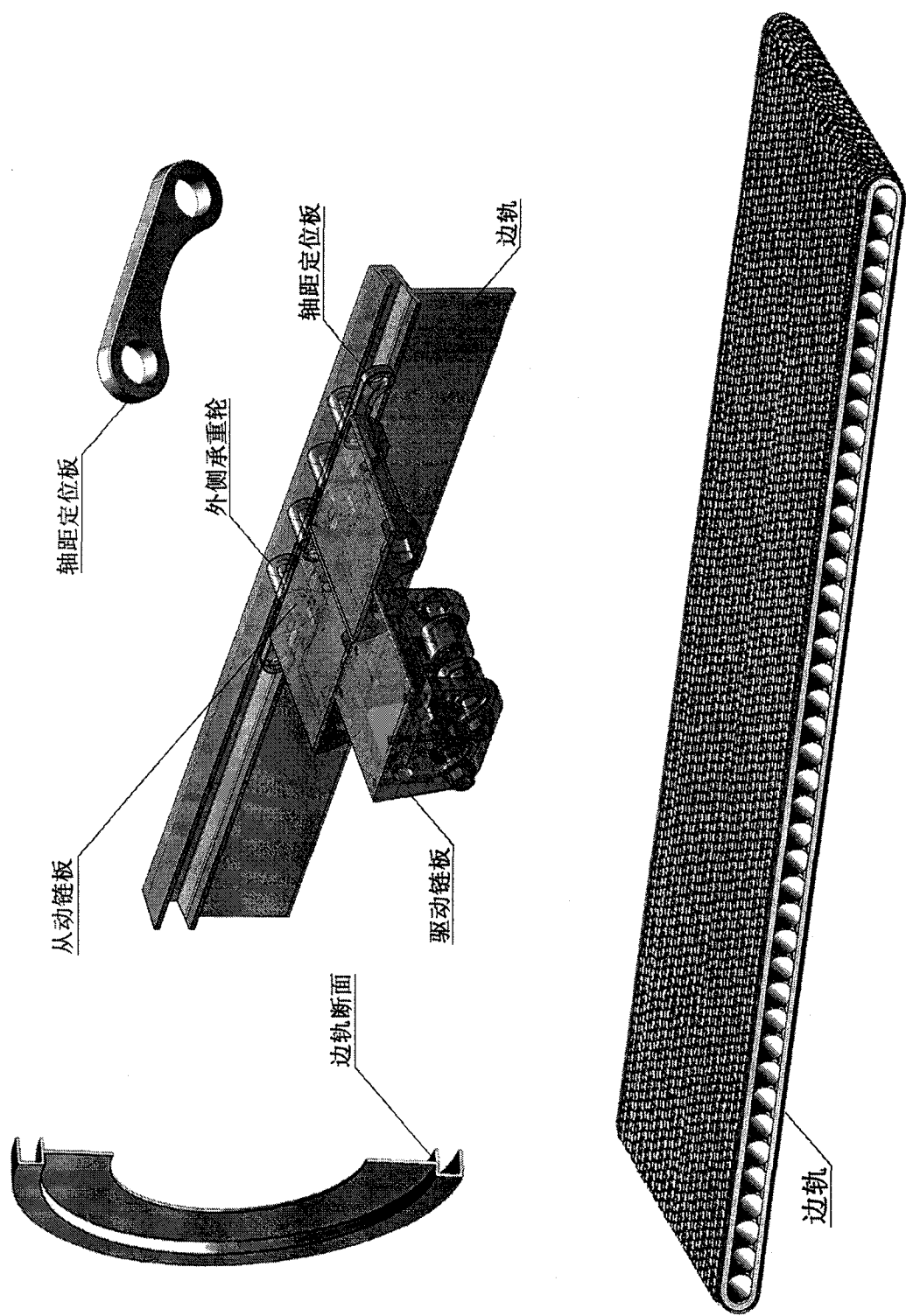


图 22

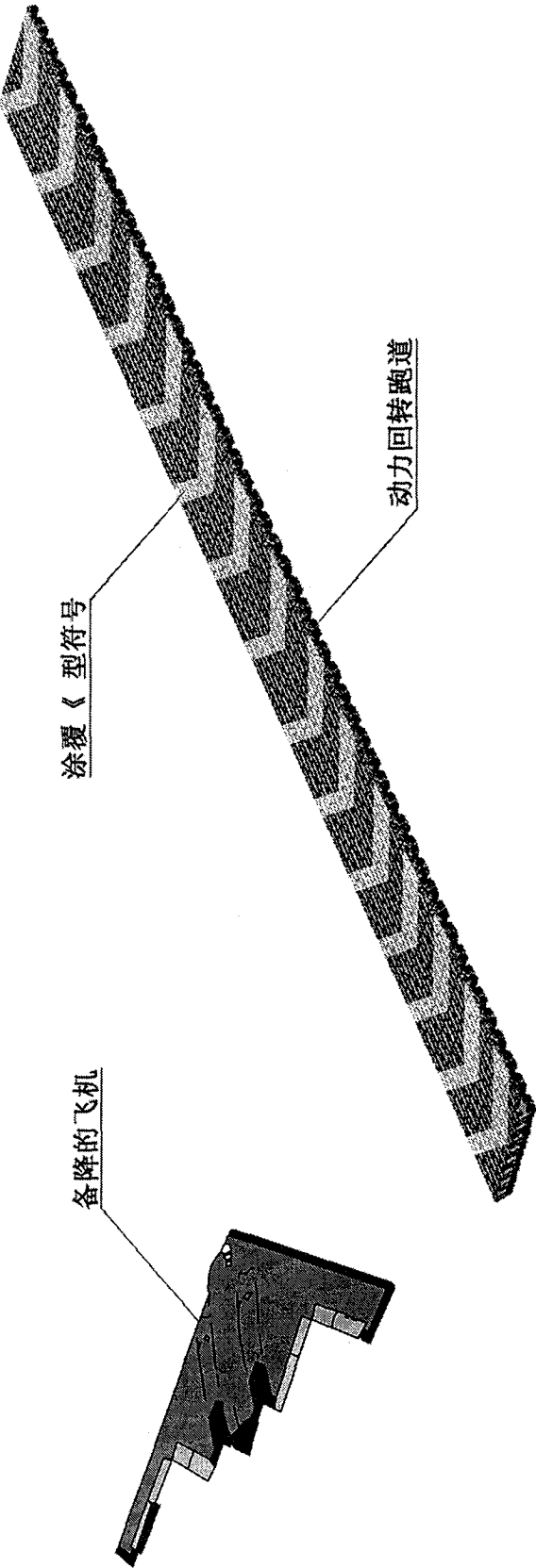


图 23

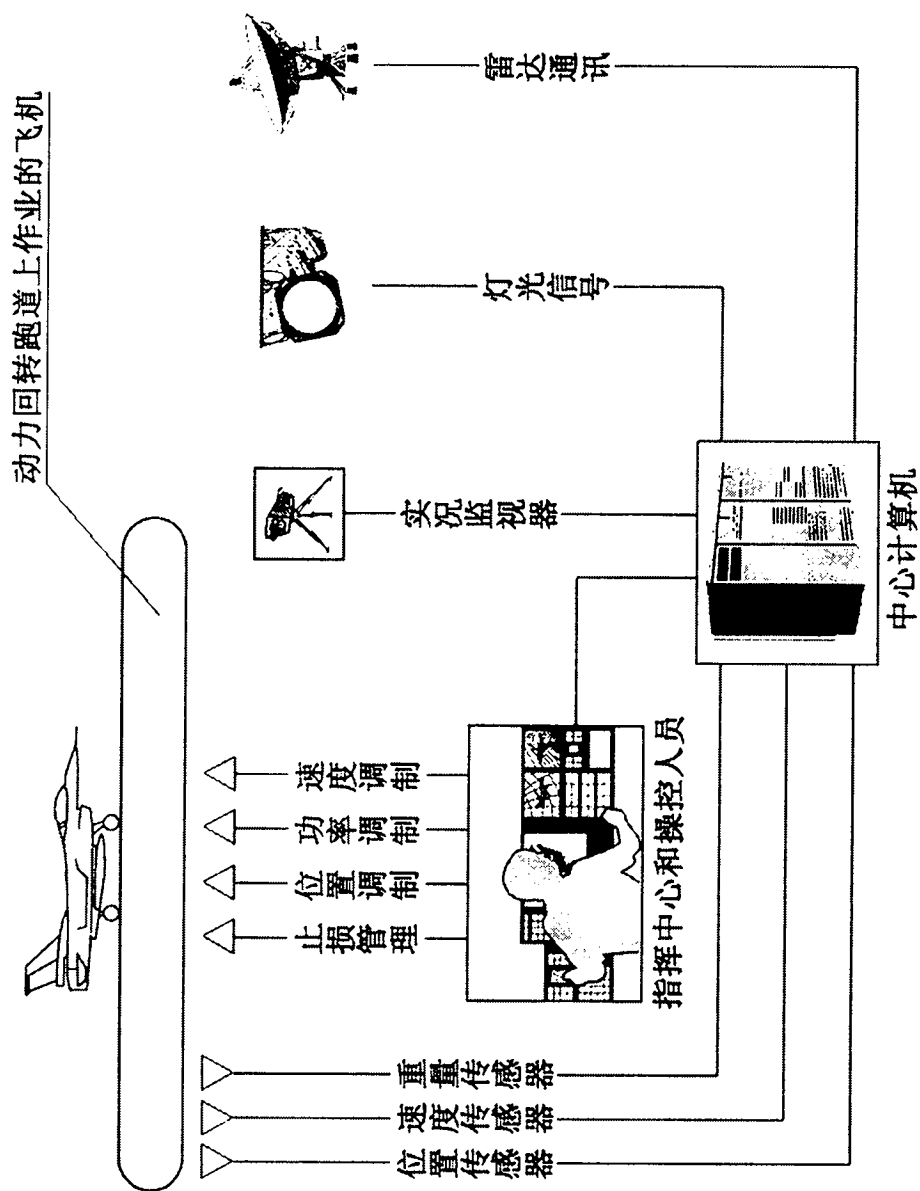


图 24

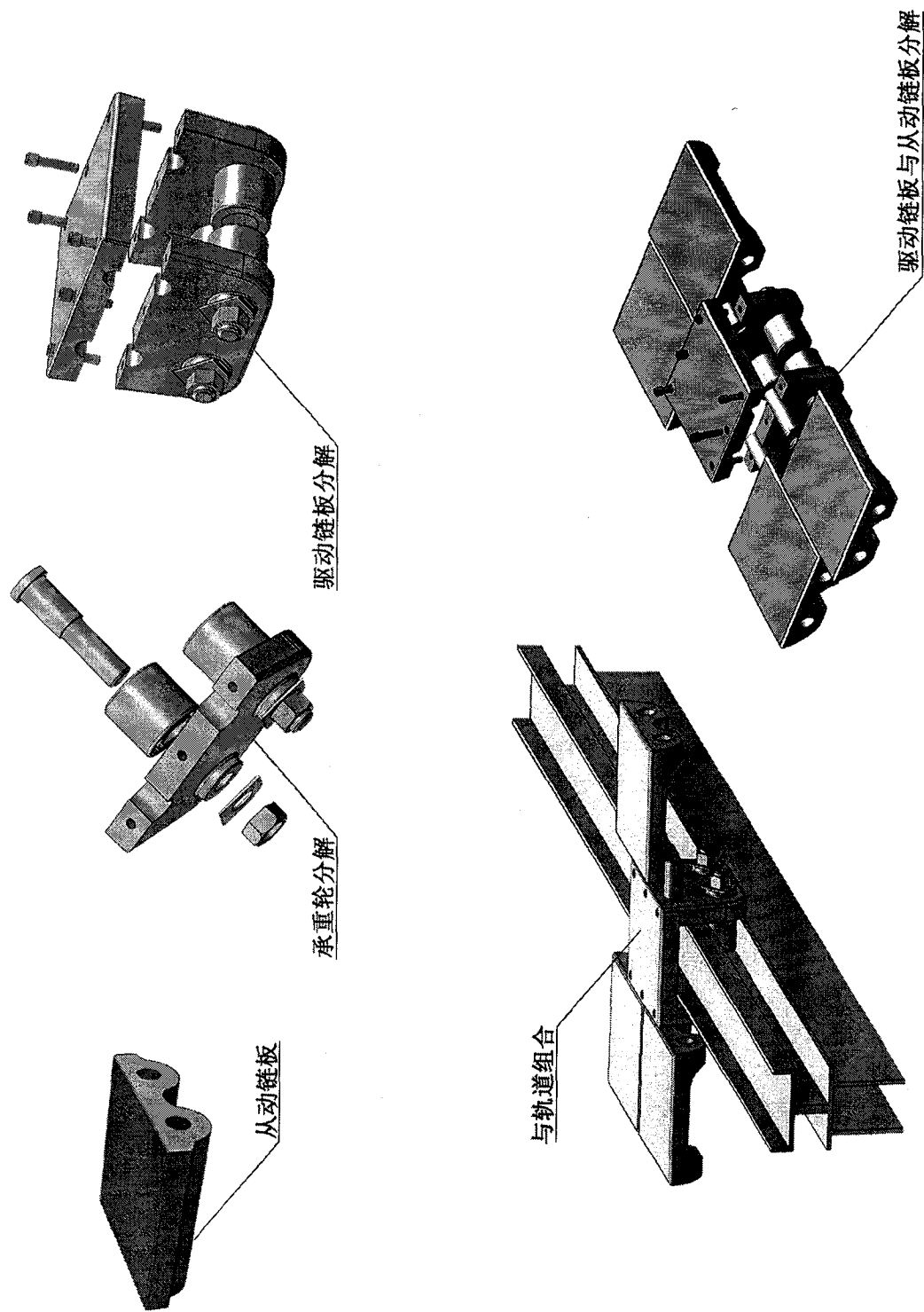


图 25